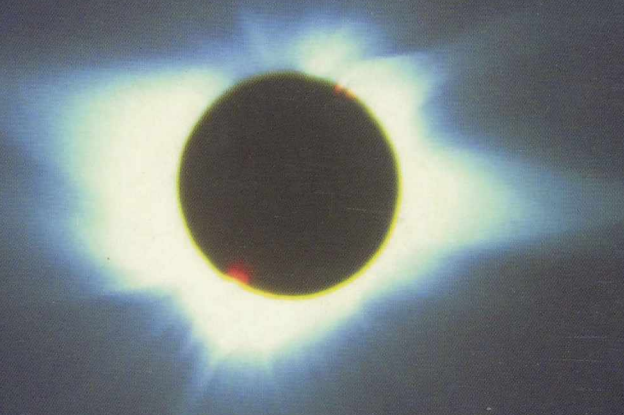


meteor csillagászati évkönyv 1999



Az év eseménye:
teljes napfogyatkozás
augusztus 11-én

Meteor csillagászati évkönyv 1999

meteor csillagászati évkönyv 1999

Szerkesztette:

Benkő József
Epp Andras
Mészner Attila
Taracsák Gábor

Magyar Csillagászati Egyesület
Budapest, 1998

meteor csillagászati évkönyv 1999

szerkesztette:

Benkő József
Holl András
Mizser Attila
Taracsák Gábor

Magyar Csillagászati Egyesület
Budapest, 1998

Az évkönyv összeállításában közreműködött:

Jean Meeus (Belgium)

Eberhard Riedel IOTA/ES (Németország)

Sárneczky Krisztián

Szabados László

Szabó Sándor

Tuboly Vince

Szakmailag ellenőrizte:

Csaba György Gábor

Szabados László

Műszaki szerkesztés és illusztrációk:

Taracsák Gábor

A szerkesztés és a kiadás támogatói:

MLog Műszereket Gyártó és Forgalmazó Kft.

MTA Csillagászati Kutatóintézete

Qwerty Computer Kft.

Horváth Ferenc

Horváth Tibor

Szokolay Ágnes

Második, javított kiadás

ISSN 0866-2851

Felelős kiadó: Mizser Attila

Készült a G-PRINT BT. nyomdájában

Felelős vezető: Wilpert Gábor

Terjedelem: 18.6 ív + 4 oldal melléklet

Példányszám: 2000

1999. február

Tartalom

Bevezető	7
Használati útmutató	8

Táblázatok

Jelenségnaptár	14
A bolygók kelése és nyugvása (ábra)	38
A bolygók adatai	40
A bolygók kitérése a Naptól (ábra)	53
A bolygók ekliptikai koordinátái	54
Julián-dátum táblázat	57
A bolygók elhelyezkedése a Nap körül (ábra)	58
A Nap adatai	60
A Hold adatai	68
Jupiter-holdak	76
Szaturnusz-holdak	86
Kisbolygók	89
Üstökösök	94
1997 üstökösei	98
Meteorrajok	100
Fogyatkozások, fedések	102
A 8.11-i napfogyatkozás adatai	103
A Hold csillagfedései	115
Csillagkatalógus J1999.5-re	120
A legközelebbi csillagok	127
A legnagyobb sajátmozgású csillagok	128
A legnagyobb luminozitású csillagok	129
Európai centrális napfogyatkozások 2100-ig	130
Magyarországi napfogyatkozások 2050-ig	131
Kuiper-objektumok	132

Cikkek

A csillagászat legújabb eredményei	137
Kálmán Béla: A napfogyatkozások tudományos jelentősége	179
Szabó Sándor: Az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás	193
Ponori Thewrewk Aurél–Bartha Lajos: „Magyar” napfogyatkozások	211
Kereszturi Ákos: Jönnek a Leonidák!	225
Kereszturi Ákos–Sárneczky Krisztián: Kisbolygók a Naprendszer peremén	233
Nagy Sándor: A csillagászati időmérés száz éve	249

Beszámolók

Magyar Csillagászati Egyesület	269
MTA Csillagászati Kutatóintézete	275
TIT Budapesti Planetárium	286
Marik Miklós (1936–1998)	288

A címlapon

Faragó Ottó felvétele az 1991. július 11-i teljes napfogyatkozásról (a kép Mexikóból készült, 400 mm-es teleobjektívvel)

A belső borítón

Az 1842. július 7-i „napsötétedés” (teljes napfogyatkozás) totalitási sávja Nagy Károly útmutatásai alapján készült, színezett rézmetszeteken (az Egyetemi Könyvtár szíveségéből)

Bevezető

A Magyar Csillagászati Egyesület elnöksége tíz évvel ezelőtt határozta el, hogy a Gondolat Kiadó kezében egyre zsugorodó, szemléltető megszünésre ítélt Csillagászati évkönyv mellett megpróbálkozik egy saját kiadvánnyal, amely talán színvonalasabban tudja szolgálni a széles olvasóréteg sokrétű igényeit.

Az 1990-es, vékonyka kötetben még csak könnyen használható táblázatokkal, ábrákkal igyekeztünk segíteni a csillagászokat, észlelő amatőröket, bemutatókat végzőket. Az ábrák kézzel, a táblázatok írógéppel készültek, de az évkönyv arculatának főbb vonásai már akkor kialakultak. Az első „teljes” évkönyv az 1991-es volt, melynek cikkeivel az érdeklődők, pedagógusok, ismeretterjesztők eligazodását szerettük volna megkönnyíteni korunk szinte követhetetlen információáradataiban; a beszámolók pedig a hazai csillagászati intézmények munkájáról adtak tömör áttekintést. E kötet anyagának létrehozására már számítógépet használtunk.

Az évkönyv tartalma az olvasók visszajelzéseit felhasználva, kis lépésekben, évről évre alakult. Példányszáma és terjedelme növekedett, külleme formálódott. Készítésében egyre nagyobb szerepet kapott a számítástechnika. Az 1998-as kötet, megújult tipográfiájával talán már a professzionális kiadók könyvei között is megállta a helyét.

Az eltelt egy évtized alatt sikerült közelebb jutni a kezdetben kitűzött céljaink megvalósításához, és ezért köszönet illeti mindazokat a szerzőket, közreműködőket, akik — az első években még többnyire lelkesedésből, ellenszolgáltatás nélkül — dolgoztak az évkönyv összeállításán, de köszönet illeti mindazon olvasóinkat is, akik az egyes kötetek megvásárlásával segítették a kiadvány erkölcsi és pénzügyi megerősödését.

Használati útmutató

Az évkönyv első felében kaptak helyet a naptári alapadatok, havonkénti csoportosításban: a Nap és Hold keltének és nyugtának időpontja, a hónap fontosabb csillagászati eseményei, a bolygók láthatósága, a hónap csillagos égboltja. Ezt követik azok az információk, amelyek csillagászati számításokhoz és az amatőr észlelőmunkához szükségesek: a Nap, a Hold és a bolygók koordinátái és fizikai adatai, valamint a különféle segédtablázatok. Végül pedig a speciális észlelési területeken használható előrejelzéseket és adatokat találjuk: fogyatkozásokról, fedésekről, kisbolygókról, meteorrajokról, üstökösökről és egyéb témákról. A táblázatok és adatok Magyarország közepes földrajzi koordinátáira vonatkoznak:

földrajzi hosszúság $\lambda = 19^{\circ}0$

földrajzi szélesség $\varphi = +47^{\circ}5$

Minthogy hazánk kiterjedése nem nagy, az évkönyv táblázatai jó közelítéssel használhatók az egész ország területén. A Föld forgásával kapcsolatos időadatoknál egy fok földrajzi hosszúságkülönbség 4 időperc eltérést jelent. A kelési, delelési és nyugvási időpontok esetében tehát a 19° hosszúsági körtől keletre fokonként négy percet le kell vonni a táblázat időadatából, nyugat felé pedig ugyanennyit hozzá kell adni. Pontos észleléseknél természetesen a koordinátakülönbségből adódó eltéréseket megfelelő számításokkal kell figyelembe venni.

Az időpont-adatok többsége világidőben (UT) szerepel, az egyéb számértékek pedig általában a megadott napon 0^h UT-re vonatkoznak. Erre a táblázatok fejlécében elhelyezett UT, ill. 0^h UT jelzés is utal.

A naptár rész minden időpont-adatát, valamint a bolygók kelési, delelési és nyugvási időpontjait közép-európai időben (KÖZEI) adtuk meg. A táblázatok fejlécében a KÖZEI felirat utal erre. A nyári időszámítás (NYISZ) tartama alatt az érintett időpont-adatoknál az óra és a perc közötti csillag (pl. $16^{\circ}33$) és egy lábjegyzet figyelmeztet arra, hogy a KÖZEI-ben megadott értékhez egy órát hozzá kell adni. A nyári időszámítás várhatóan 1999.03.28., vasárnap hajnali 2^h KÖZEI-től (3^h NYISZ) 1999.10.31., vasárnap hajnali 3^h NYISZ-ig (2^h KÖZEI) lesz érvényben.

Csillagidő-táblázat két helyen szerepel az évkönyben. A naptár részben található a 19^o-os földrajzi hosszúság helyi csillagideje 0^h KÖZEI-kor, amit első sorban az észlelők használhatnak kényelmesen. Hozzávetőleges tájékozódásra ehhez elegendő hozzáadni az óránk által mutatott időt, és így néhány perc pontossággal megkapjuk a helyi csillagidő pillanatnyi értékét. A nyári időszámítás alatt az így kapott időpontot egy órával csökkenteni kell. Ugyanez az adat leolvasható a belső bolygók kelését és nyugvását feltüntető ábráról is. Ha nagyobb pontosságra van szükség, a helyi csillagidő értékét a táblázat két szomszédos értéke közötti lineáris interpolációval kapjuk meg. Ehhez még hozzá kell adnunk megfigyelőhelyünk földrajzi hosszúságának megfelelően fokenként 4 perc korrekciót, csak most keletre pozitív, nyugatra negatív előjellel. A másik, a Nap adatainál szereplő csillagidő érték pedig a szokásos greenwichi csillagidő 0^h UT-kor.

A Nap, a Hold és (a Plútó kivételével) a bolygók egyenlítői koordinátái (RA , D) a pillanatnyi epochára, azaz az égi egyenlítő és a tavaszpont pillanatnyi helyére vonatkoznak. Az égi egyenlítő és a tavaszpont azonban a precesszió miatt elmozdul. Ha tehát pl. az említett koordinátákat csillagtérképre akarjuk vinni, ki kell számolni és figyelembe kell venni a térkép epochája (pl. B1950.0 vagy J2000.0) és a koordináta-adat időpontja közötti időkülönbségnek megfelelő precessziós eltérést.

A Plútó, a kisbolygók és az üstökösök egyenlítői koordinátái J2000.0 epochára szerepelnek, így ezeket egy ilyen jelzésű csillagtérképre közvetlenül át lehet vinni.

A bolygók heliocentrikus ekliptikai koordinátái (λ , β) is az ekliptika és a tavaszpont pillanatnyi helyét veszik alapul.

Kelési, illetve nyugvási időpontnak a táblázatokban azt a pillanatot tekintjük, amikor az égitest korongjának felső széle — a légköri refrakció elméleti értékének figyelembevételével — érinti a látóhatárt.

A fázis rovatban szereplő adat azt adja meg, hogyan aránylik az égitest korongjának megvilágított területe a teljes korong területéhez.

A pozíciószög (P) az égi északi iránytól K—D—Ny körüljárással, 0—360^o-ig mért szög (bizonyos táblázatokban azonban az észlelési hagyományokat figyelembe véve $\pm 180^o$ -ig mérjük). A fényesebb égitest középpontjához viszonyítjuk a halványabbik elhelyezkedését. Az égi északi irányt az égitesten és az égi pólusokon áthaladó főkör jelöli ki, ami általában nem egyezik meg pontosan sem az égitest északi pólusának, sem a terminátor északi végpontjának irányával!

A naptár minden időadata KÖZEI-ben szerepel. Az első oszlopban található a nap sorszáma a hónapban, a nap nevének rövidítése és a nap sorszáma az év első napjától számítva. Szerepel a hetek szabvány szerinti sorszáma is. A

helyi csillagidő 19° hosszúságra és 0^h KÖZEI-re vonatkozik. A holdfázis grafikus ábrázolása az adott naptári nap délre kerekített érték alapján készült. Mellette olvasható a négy fő holdfázis pontos időpontja. A táblázat alatt a hónap legfontosabb csillagászati eseményeinek, látnivalóinak felsorolása kapott helyet, ami szükség esetén a szemközti oldal alján folytatódik.

Jobb oldalon az esti égbolt vázlatos képe szerepel, egy órával napnyugta után. Erről megállapíthatjuk, hogy mely bolygók és csillagképek figyelhetők meg az adott időszakban sötétedéskor, és az ég mely részén. Ezt a bolygók láthatóságára vonatkozó információ követi. Az oldalsó ábra pedig azt mutatja, milyen látványt nyújtanak a bolygók a hónap közepén, csillagászati távcsőben. Az egységes méretarányban készült rajzokról leolvasható a bolygók látszó mérete, tengelyük iránya, egyenlítőjük, terminátoruk helyzete.

A **bolygók kelését és nyugvását** bemutató ábrákról közelítő pontossággal leolvasható a Nap keltének és nyugtának időpontja, a navigációs szürkület időtartama és a 19° keleti hosszúságra vonatkozó helyi csillagidő is. A nyári időszámítás alatt ezeknél az ábráknál is figyelembe kell venni az egy óra korrekciót!

A **bolygók** táblázataiban a kelés, delelés és nyugvás KÖZEI-ben megadott időpontját (a nyári időszámítás idején itt is * jel figyelmeztet az egy óra hozzáadására), a pillanatnyi egyenlítői koordinátákat, a Földtől mért távolságot, a látszó fényességet és szögátmérőt, a fázist és a Naptól mért szögtávolságot találjuk. Az erősen lapult óriásbolygóknál a szögátmérő az egyenlítőre vonatkozik. A Szaturnusznál szerepel a gyűrű kistengelyének látszó szögmérete is (a nagytengely mindig a korong átmérőjének 2.26-szorosa). Amikor a gyűrű kistengelyének számértéke negatív, a gyűrű déli oldalára látunk rá. A fizikai adatok mindegyike az adott nap 0^h UT-re érvényes.

A **centrálmeridián** táblázatok adják meg, hogy a bolygó felszíni koordináta-rendszerében melyik hosszúsági kör halad át az adott nap 0^h UT-kor a Földről látott bolygókorong középpontján. A centrálmeridiánnak a megfigyelésünk pillanatában érvényes planetografikus hosszúságát a hosszúságváltozást megadó segéd táblázatokból, interpolációval kaphatjuk meg. A Jupiter nem merev testként forog, ezért esetében az I. rendszer az egyenlítői vidékre, a II. rendszer a mérsékelt éghajlati övnek megfelelő részekre vonatkozik.

Az **Uránusz és Neptunusz keresőtérképe** a bolygók megtalálását segíti az égen. A látszó pálya kezdeténél lévő korong mutatja a bolygó átlagos fényességét. A pálya mentén lévő számok a bolygó helyét jelölik a megfelelő sorszámmú hónap első napján 0^h UT-kor. A kisebb osztások a hónap elejétől eltelt 5 napos időközöknek felelnek meg.

A **bolygók Naptól való kitérését** feltüntető ábráról leolvasható a kitérés szöge és iránya, valamint hozzávetőleges pontossággal az is, hogy melyik csillagképben halad a bolygó a keresett időpontban.

A **bolygók ekliptikai koordinátái** a pillanatnyi heliocentrikus ekliptikai hosszúságot és szélességet, valamint a bolygók Naptól mért távolságát adják meg. Bár az ekliptika voltaképpen a Föld pályasíkja, a Föld ekliptikai szélessége mégis mutat ívmásodperc nagyságú eltérést a 0 értéktől. Ezt a Hold és a bolygók gravitációs hatása okozza.

A **Julián-dátum** táblázatból tetszőleges időpontra megállapítható a JD értéke, azaz egy megállapodás szerinti (de egyébként önkényesen megválasztott) időponttól, i. e. 4713.01.01. 12^h UT-től eltelt napok száma. Egy tetszőleges időpontadat JD-re való átszámítását a tizednap segéd táblázat könnyíti meg.

A **bolygók Nap körüli elhelyezkedését** bemutató ábrák a bolygók pálya menti helyzetét mutatják, a Föld-típusú bolygók esetében az év egyes hónapjainak kezdetén, az óriásbolygók és a Plútó esetében az egyes évek kezdetén.

A **Nap adatai** között megtaláljuk a pillanatnyi egyenlítői koordinátáit, a Földtől mért távolságát, látszó szögátmérőjét, geocentrikus ekliptikai hosszúságát. A csillagidő a greenwichi kezdő délkörre vonatkozik 0^h UT-kor. Az utolsó oszlopokban a Földről látott napkorong középpontjának a napfelszíni koordináta-rendszerben mért koordinátái: heliografikus hosszúsága és szélessége, valamint a Nap forgástengelyének pozíciószöge kapott helyet.

A **Hold adatai** táblázatban a pillanatnyi egyenlítői koordinátái, a Földtől mért távolsága, látszó szögátmérője és fázisa szerepel. Ezt követi a hajnali terminátor és a holdi egyenlítő metszéspontjának szelenografikus hosszúsága (*colongitudo*), amit az észlelési hagyományoknak megfelelően nyugati irányba, 0–360°-ig mérünk. Az utolsó oszlopokban a Földről látott holdkorong középpontjának a holdfelszíni koordináta-rendszerben mért koordinátái: szelenografikus hosszúsága és szélessége, valamint a Hold forgástengelyének pozíciószöge található.

A **Jupiter-holdak** mozgását feltüntető ábráról tetszőleges időpontra leolvasható a holdak elhelyezkedése a bolygó körül. A közepén látható kettős függőleges vonal a bolygókorong méretét jelzi. A táblázatokban a holdak Budapestről megfigyelhető jelenségei szerepelnek.

A **Szaturnusz-holdak** megfigyeléséhez megadjuk a legnagyobb keleti kitérés időpontját UT-ben. A Titan és a Japetus esetében mindkét kitérés időpontja szerepel. A holdak megtalálását ábra könnyíti meg.

A **kisbolygók** táblázataiban az év során látható legfényesebb kisbolygók J2000.0 epochára vonatkozó koordinátáit és látszó fényességét találjuk a legkedvezőbb megfigyelési időszakra.

Az **üstökösök** táblázataiban a J2000.0-re vonatkozó koordináták, a Naptól, illetve a Földtől mért távolság, a Naptól való kitérés szöge és a várható fényesség szerepel. Az összes ismert és sorszámozott periodikus üstökös fontosabb adatait tartalmazó összefoglaló táblázat az 1997-es évkönyvben található.

Az **1997. év üstököseiről** készült összeállítás részletes magyarázata a táblázat mellett található.

A **meteorrajok** táblázatában az év során megfigyelhető fontosabb rajok jellemzőit foglaltuk össze.

A **fogyatkozások és fedések** cím alatt olvashatjuk a nap- és holdfogyatkozásoknak, valamint a Hold bolygófedéseinek adatait. Itt található részletes táblázatos információ az 1999.08.11-i, hazánkból is látható teljes napfogyatkozás megfigyeléséhez.

Külön táblázat tartalmazza a **Hold csillagfedéseit**, amelynek részletes magyarázata a táblázat mellett olvasható.

A **csillagkatalógus** elsősorban azok számára készült, akiknek nagy pontosságú koordinátákra van szükségük. A táblázat alapját az FK5 (*Fundamental Katalog 5*) adatai képezik. A -30° deklinációnál északabbra elhelyezkedő és $4^m.0$ -nál fényesebb csillagok adatait tartalmazza. A csillagok egyenlítői koordinátái az év közepére vonatkoznak, a pontos epocha a táblázat végén szerepel. A számítás során a precesszió hosszú periódusú tagját és a csillag sajátmozgását vettük figyelembe. A koordináták egy évre eső változása szintén e két mozgás együttes hatását tartalmazza. A sajátmozgás értékek 100 évre vonatkoznak. Végül megtalálható a csillag radiális sebessége, parallaxisa (melynek reciproka a parszekben mért távolságot adja) és vizuális fényessége.

Az idei évkönyvben több speciális táblázat is helyet kapott, melyek magyarázatát az adott táblázat mellett találhatjuk meg.

Jelek és rövidítések

Holdfázisok, bolygók

●	újhold
◐	első negyed
◯	holdtölte
◑	utolsó negyed
♿	Merkúr
♀	Vénusz
♂	Mars
♃	Jupiter
♄	Szaturnusz
♅	Uránusz
♆	Neptunusz
♇	Plútó

Állatövi csillagképek

♈	Kos (Aries)
♉	Bika (Taurus)
♊	Ikrek (Gemini)
♋	Rák (Cancer)
♌	Oroszlán (Leo)
♍	Szűz (Virgo)
♎	Mérleg (Libra)
♏	Skorpió (Scorpius)
♐	Kígyótartó (Ophiuchus)
♑	Nyilas (Sagittarius)
♒	Bak (Capricornus)
♓	Vízöntő (Aquarius)
♈	Halak (Pisces)

A táblázatokban használt gyakoribb jelölések

λ	földrajzi hosszúság	b	a Szaturnusz gyűrűjének kistengelye
φ	földrajzi szélesség	UT	világidő (Universal Time)
RA	rektaszценzió	KÖZEI	közép-európai idő
D	deklináció	NYISZ	nyári időszámítás
λ_e	ekliptikai hosszúság	JD	Julián-dátum
β	ekliptikai szélesség	$^h m^s$	óra, perc, másodperc
r	az égitest távolsága a Naptól	$^{\circ} ' ''$	fok, ívperc, ívmásodperc
Δ	az égitest távolsága a Földtől	AU	csillagászati egység
\emptyset	látszó szögátmérő		(Astronomical Unit)
L	a centrálmeridián hosszúsága	C_N	colongitudo
B	a centrálmeridián szélessége	μ_{RA}	sajátmozgás rektaszценzióban
P	a forgástengely pozíciósöge	μ_D	sajátmozgás deklinációban
m	látszó fényesség	v_{rad}	radiális sebesség
E	a Naptól mért szögtávolság	π	parallaxis
J	jelenség		

$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47^\circ 5$

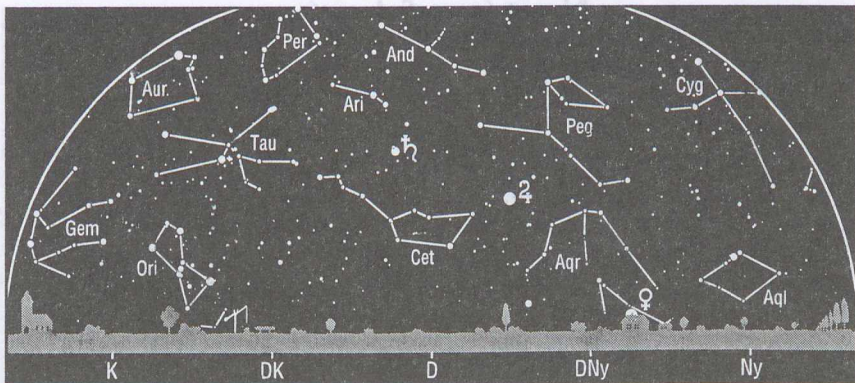
Naptár – január

KÖZEI

dátum	Nap			csillagidő 0 ^h -kor h m s	Hold			fázis h m
	kel,	delel,	nyugszik		kel,	delel,	nyugszik	
	h m	h m	h m		h m	h m	h m	
1. p 1.	7 32	11 48	16 04	6 56 39	15 48	23 36	6 23	○
2. sz 2.	7 32	11 48	16 05	7 00 36	16 49	—	7 25	○ 3 50
3. v 3.	7 32	11 49	16 06	7 04 32	17 54	0 35	8 17	○
1. hét								
4. h 4.	7 32	11 49	16 07	7 08 29	19 02	1 32	9 01	○
5. k 5.	7 31	11 50	16 08	7 12 25	20 10	2 25	9 38	○
6. sz 6.	7 31	11 50	16 09	7 16 22	21 16	3 15	10 09	○
7. cs 7.	7 31	11 51	16 11	7 20 19	22 19	4 01	10 37	○
8. p 8.	7 30	11 51	16 12	7 24 15	23 22	4 46	11 02	○
9. sz 9.	7 30	11 51	16 13	7 28 12	—	5 29	11 26	● 15 22
10. v 10.	7 30	11 52	16 14	7 32 08	0 23	6 11	11 51	●
2. hét								
11. h 11.	7 29	11 52	16 15	7 36 05	1 23	6 54	12 17	●
12. k 12.	7 29	11 53	16 17	7 40 01	2 23	7 37	12 45	●
13. sz 13.	7 28	11 53	16 18	7 43 58	3 23	8 23	13 17	●
14. cs 14.	7 28	11 53	16 19	7 47 54	4 22	9 10	13 54	●
15. p 15.	7 27	11 54	16 21	7 51 51	5 19	9 59	14 37	●
16. sz 16.	7 26	11 54	16 22	7 55 48	6 12	10 50	15 28	●
17. v 17.	7 25	11 54	16 24	7 59 44	7 01	11 42	16 25	● 16 46
3. hét								
18. h 18.	7 25	11 55	16 25	8 03 41	7 45	12 34	17 27	●
19. k 19.	7 24	11 55	16 26	8 07 37	8 24	13 26	18 34	●
20. sz 20.	7 23	11 55	16 28	8 11 34	8 58	14 17	19 44	●
21. cs 21.	7 22	11 55	16 29	8 15 30	9 29	15 07	20 55	●
22. p 22.	7 21	11 56	16 31	8 19 27	9 59	15 57	22 07	●
23. sz 23.	7 20	11 56	16 32	8 23 23	10 27	16 48	23 19	●
24. v 24.	7 19	11 56	16 34	8 27 20	10 57	17 39	—	● 20 15
4. hét								
25. h 25.	7 18	11 56	16 35	8 31 17	11 29	18 32	0 33	○
26. k 26.	7 17	11 57	16 37	8 35 13	12 05	19 27	1 46	○
27. sz 27.	7 16	11 57	16 38	8 39 10	12 47	20 24	2 58	○
28. cs 28.	7 15	11 57	16 40	8 43 06	13 36	21 22	4 07	○
29. p 29.	7 14	11 57	16 41	8 47 03	14 32	22 20	5 10	○
30. sz 30.	7 12	11 57	16 43	8 50 59	15 34	23 17	6 06	○
31. v 31.	7 11	11 58	16 45	8 54 56	16 41	—	6 53	○ 17 06

Jelenségek

3. 14^h A Föld napközben.
5. 09^h A Vénusz 1^o7-kal délre a Neptunuszról.
5. 16^h A Hold elfedi a Regulust (hazánkból nem látható).
13. 20^h A Vénusz 0^o9-kal délre az Uránuszról.
19. 09^h A Vénusz 2^o0-kal délre a Holdtól.
22. 00^h A Jupiter 1^o8-kal északra a Holdtól.
27. 08^h A Hold elfedi az Aldebarant (hazánkból nem látható).
31. 17^h Félárnyékos részleges holdfogyatkozás, hazánkból részben látható.



*Az égbolt látványa a hónap közepén,
egy órával napnyugta után*

A bolygók képe távcsőben

Merkúr: A hónap első napjaiban még megkereshető a hajnali, délkeleti égen, ám láthatósága gyorsan romlik. A hó elején még másfél, a közepén már csak fél órával kel a Nap előtt.

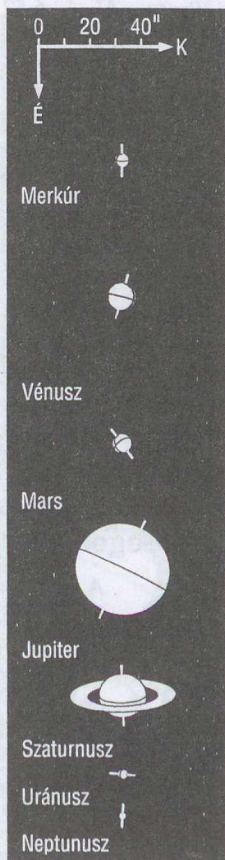
Vénusz: A hónap elején egy és negyed, a végén két órával nyugszik a Nap után, így az esti ég feltűnő látványossága. Fényessége -3^m9 , átmérője $10''.5$, fázisa 0.95 körüli.

Mars: Éjfél előtt kel, így az éjszaka második felében látható a Szűz csillagképben. A hó végén fényessége eléri a 0^m5 -t, látszó átmérője pedig a $8''$ -et.

Jupiter: Napnyugta után látható a Vízöntő, majd a Halak csillagképben. A hó elején kettő, a végén három órával éjfél után nyugszik. A hónap közepén fényessége -2^m2 , látszó átmérője $36''.5$.

Szaturnusz: Éjfél körül nyugszik, így az éjszaka első felében látható a Halak csillagképben. A hó közepén fényessége 0^m4 , átmérője $18''$.

Uránusz, Neptunusz: Helyzetük megfigyelésre nem kedvező. A Neptunusz 22-én együttállásban a Nappal.



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47.5^\circ$

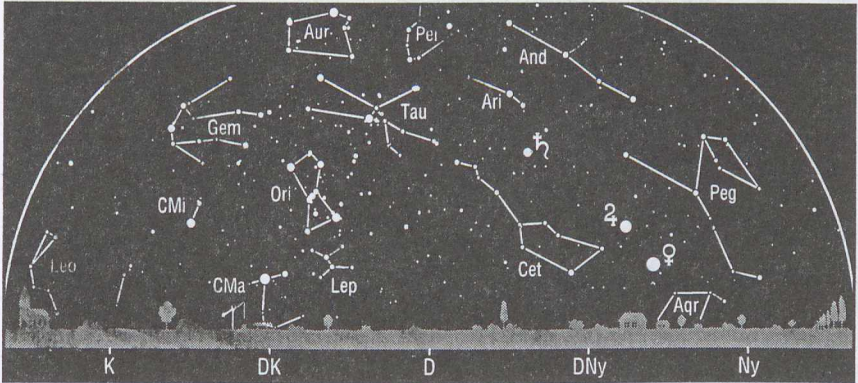
Naptár – február

KÖZEI

dátum	Nap			csillagidő 0 ^h -kor h m s	Hold			fázis h m
	kel	delel	nyugszik		kel	delel	nyugszik	
	h m	h m	h m		h m	h m	h m	
5. hét								
1. h 32.	7 10	11 58	16 46	8 58 52	17 49	0 11	7 33	○
2. k 33.	7 08	11 58	16 48	9 02 49	18 56	1 03	8 07	○
3. sz 34.	7 07	11 58	16 49	9 06 46	20 02	1 52	8 36	○
4. cs 35.	7 06	11 58	16 51	9 10 42	21 06	2 38	9 03	○
5. p 36.	7 04	11 58	16 52	9 14 39	22 09	3 22	9 28	○
6. sz 37.	7 03	11 58	16 54	9 18 35	23 10	4 05	9 53	○
7. v 38.	7 01	11 58	16 56	9 22 32	—	4 48	10 18	○
6. hét								
8. h 39.	7 00	11 58	16 57	9 26 28	0 10	5 31	10 46	● 12 58
9. k 40.	6 58	11 58	16 59	9 30 25	1 10	6 16	11 16	●
10. sz 41.	6 57	11 58	17 00	9 34 21	2 09	7 02	11 50	●
11. cs 42.	6 55	11 58	17 02	9 38 18	3 06	7 50	12 30	●
12. p 43.	6 54	11 58	17 03	9 42 15	4 01	8 39	13 17	●
13. sz 44.	6 52	11 58	17 05	9 46 11	4 52	9 31	14 11	●
14. v 45.	6 50	11 58	17 07	9 50 08	5 38	10 23	15 11	●
7. hét								
15. h 46.	6 49	11 58	17 08	9 54 04	6 20	11 16	16 18	●
16. k 47.	6 47	11 58	17 10	9 58 01	6 57	12 08	17 28	● 7 39
17. sz 48.	6 45	11 58	17 11	10 01 57	7 30	13 00	18 40	●
18. cs 49.	6 44	11 58	17 13	10 05 54	8 01	13 52	19 54	●
19. p 50.	6 42	11 58	17 14	10 09 50	8 30	14 44	21 08	●
20. sz 51.	6 40	11 58	17 16	10 13 47	9 00	15 36	22 23	●
21. v 52.	6 38	11 58	17 17	10 17 44	9 32	16 29	23 37	●
8. hét								
22. h 53.	6 37	11 57	17 19	10 21 40	10 07	17 23	—	●
23. k 54.	6 35	11 57	17 20	10 25 37	10 46	18 19	0 49	● 3 43
24. sz 55.	6 33	11 57	17 22	10 29 33	11 32	19 15	1 58	●
25. cs 56.	6 31	11 57	17 23	10 33 30	12 24	20 12	3 02	●
26. p 57.	6 29	11 57	17 25	10 37 26	13 23	21 08	3 59	○
27. sz 58.	6 28	11 57	17 27	10 41 23	14 27	22 02	4 48	○
28. v 59.	6 26	11 56	17 28	10 45 19	15 33	22 54	5 30	○

Jelenségek

2. 02^h A Hold elfedi a Regulust (házánkból a két égitest szoros közelsége figyelhető meg).
2. 03^h Az Uránusz együttállásban a Nappal.
4. 06^h A Merkúr felső együttállásban a Nappal.
4. 09^h A Vesta szembenállásban a Nappal.
16. 08^h Gyűrűs napfogyatkozás (házánkból nem látható).
18. 07^h A Vénusz 1.8-kal északra a Holdtól.
18. 17^h A Jupiter 2.0-kal északra a Holdtól.
23. 16^h A Hold elfedi az Aldebarant (házánkból a két égitest szoros közelsége figyelhető meg).
23. 22^h A Vénusz 0.1-kal északra a Jupitertől.



*Az égbolt látványa a hónap közepén,
egy órával napnyugta után*

A bolygók képe távcsőben

Merkúr: 4-én felső együttállásban a Nappal, így helyzete megfigyelésre nem kedvező, ám láthatósága a hónap folyamán gyorsan javul. A hónap végén már másfél órával nyugszik a Nap után, így az alkonyati, nyugati égen kereshető.

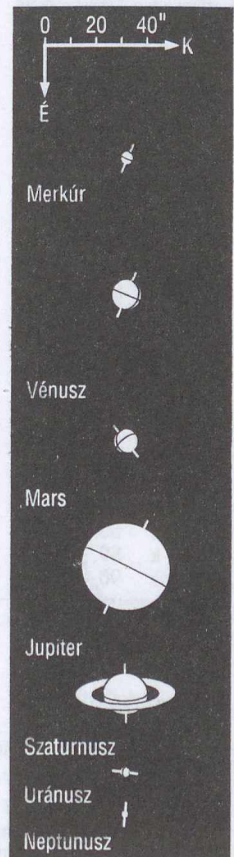
Vénusz: A hónap folyamán láthatósága tovább javul, a hó végén már két és fél órával a Nap után nyugszik.

Mars: Éjfél után kel, így az éjszaka második felében figyelhető meg a Szűz, majd a Mérleg csillagképben. A hónap végén fényessége átlépi a 0^m -t, átmérője pedig eléri a $10''$ -et.

Jupiter: A hónap elején még négy, a végén már csak két órával nyugszik a Nap után. Az esti, nyugati égen látható a Halak csillagképben.

Szaturnusz: A hó elején fél, végén két órával éjfél előtt nyugszik. Az éjszaka első felében látható a Halakban.

Uránusz, Neptunusz: A Nap közelsége miatt nem láthatók. Az Uránusz 2-án kerül együttállásba a Nappal.



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47^\circ 5'$

Naptár – március

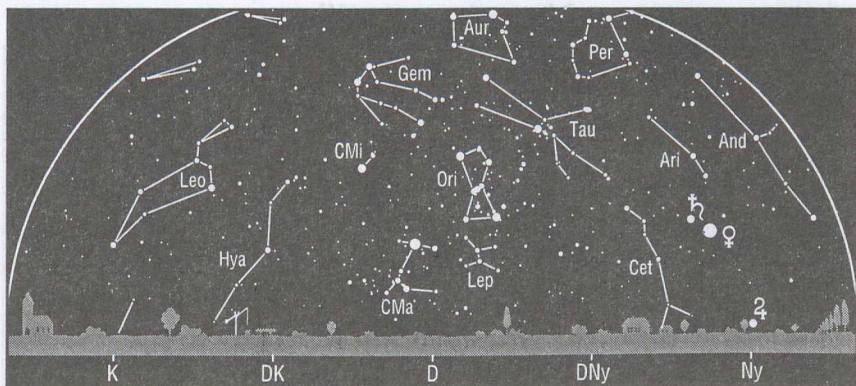
KÖZEI*

dátum	Nap			csillagidő 0 ^h -kor h m s	Hold			fázis h m
	kel	delel	nyugszik		kel	delel	nyugszik	
	h m	h m	h m		h m	h m	h m	
9. hét								
1. h 60.	6 24	11 56	17 30	10 49 16	16 40	23 43	6 05	○
2. k 61.	6 22	11 56	17 31	10 53 13	17 46	—	6 36	○
3. sz 62.	6 20	11 56	17 33	10 57 09	18 51	0 30	7 04	○
4. cs 63.	6 18	11 56	17 34	11 01 06	19 54	1 15	7 29	○
5. p 64.	6 16	11 55	17 35	11 05 02	20 56	1 59	7 54	○
6. sz 65.	6 14	11 55	17 37	11 08 59	21 58	2 42	8 20	○
7. v 66.	6 12	11 55	17 38	11 12 55	22 58	3 25	8 46	○
10. hét								
8. h 67.	6 10	11 55	17 40	11 16 52	23 57	4 09	9 15	○
9. k 68.	6 08	11 54	17 41	11 20 48	—	4 55	9 47	○
10. sz 69.	6 06	11 54	17 43	11 24 45	0 55	5 41	10 24	○
11. cs 70.	6 04	11 54	17 44	11 28 42	1 50	6 29	11 07	○
12. p 71.	6 02	11 54	17 46	11 32 38	2 42	7 19	11 57	○
13. sz 72.	6 00	11 53	17 47	11 36 35	3 30	8 10	12 54	○
14. v 73.	5 58	11 53	17 49	11 40 31	4 13	9 02	13 57	○
11. hét								
15. h 74.	5 56	11 53	17 50	11 44 28	4 51	9 55	15 05	●
16. k 75.	5 54	11 52	17 52	11 48 24	5 26	10 47	16 17	●
17. sz 76.	5 52	11 52	17 53	11 52 21	5 58	11 40	17 32	●
18. cs 77.	5 50	11 52	17 54	11 56 17	6 29	12 33	18 48	●
19. p 78.	5 48	11 52	17 56	12 00 14	7 00	13 26	20 05	●
20. sz 79.	5 46	11 51	17 57	12 04 11	7 31	14 21	21 22	●
21. v 80.	5 44	11 51	17 59	12 08 07	8 06	15 16	22 38	●
12. hét								
22. h 81.	5 42	11 51	18 00	12 12 04	8 45	16 13	23 50	●
23. k 82.	5 40	11 50	18 02	12 16 00	9 29	17 11	—	●
24. sz 83.	5 38	11 50	18 03	12 19 57	10 20	18 08	0 57	●
25. cs 84.	5 36	11 50	18 04	12 23 53	11 17	19 04	1 56	●
26. p 85.	5 34	11 50	18 06	12 27 50	12 19	19 58	2 47	○
27. sz 86.	5 32	11 49	18 07	12 31 46	13 23	20 50	3 30	○
28. v 87.	5*30	11*49	18*09	12 35 43	14*29	21*39	4*07	○
13. hét								
29. h 88.	5*28	11*49	18*10	12 39 40	15*34	22*26	4*38	○
30. k 89.	5*26	11*48	18*11	12 43 36	16*39	23*11	5*06	○
31. sz 90.	5*24	11*48	18*13	12 47 33	17*42	23*54	5*32	○

*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

Jelenségek

1. 11^h A Hold elfedi a Regulust (házánkból nem látható).
 3. 14^h A Merkúr legnagyobb keleti kitérésben (18°).
 19. 20^h A Merkúr alsó együttállásban a Nappal.
 21. 02^h46^m Tavaszi napéjegyenlőség.
 22. 19^h A Hold elfedi az Aldebarant.



Az égbolt látványa a hónap közepén,
egy órával napnyugta után

A bolygók képe távcsőben

Merkúr: 3-án van legnagyobb keleti kitérésben, 18° -ra a Naptól. A hónap első napjaiban az esti, nyugati égbolt különleges látványossága, ám láthatósága gyorsan romlik, és 19-én már alsó együttállásban van a Nappal.

Vénusz: Az esti, nyugati égbolton látható. A hó elején két és fél, a végén már három órával nyugszik a Nap után. A hónap közepén átmérője $12''.5$, fázisa 0.85.

Mars: A hó elején másfél, a végén három és fél órával kel éjjel előtt, így az éjszaka nagyobb részében megfigyelhető a Mérleg csillagképben. 18-án éri el stacionárius pontját.

Jupiter: A hónap elején még megkereshető az alkonyati égen, de később helyzete megfigyelésre már nem kedvező.

Szaturnusz: A napnyugta utáni órákban még megkereshető a Halak csillagképben, de a hónap végén már csak két órával nyugszik a Nap után.

Uránusz, Neptunusz: A hó végén két órával kelnek a Nap előtt. Hajnalban ismét felkereshetők a Bak csillagképben.



28. 02^h
28. 17^h•

A nyári időszámítás várható kezdete.

A Hold elfedi a Regulust (hazánkban nézve a jelenség a nappali égen következik be).

$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47.5^\circ$

Naptár – április

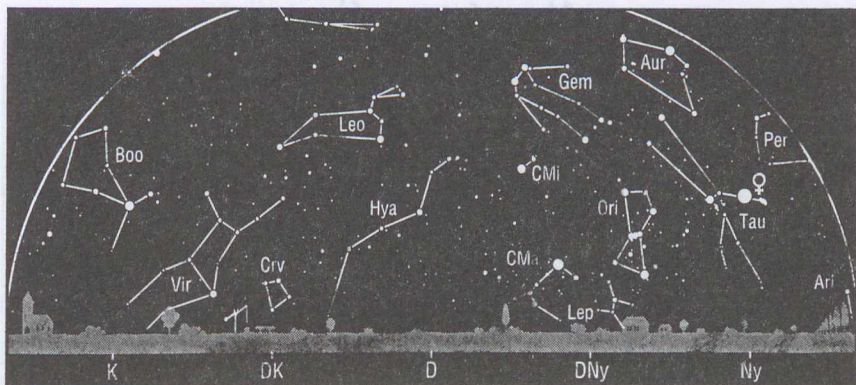
KÖZEI*

dátum	Nap			csillagidő 0 ^h -kor h m s	Hold			fázis h m
	kel	delel	nyugszik		kel	delel	nyugszik	
	h m	h m	h m		h m	h m	h m	
13. hét								
1. cs 91.	5*22	11*48	18*14	12 51 29	18*45	—	5*57	○
2. p 92.	5*20	11*47	18*16	12 55 26	19*47	0*38	6*22	○
3. sz 93.	5*18	11*47	18*17	12 59 22	20*48	1*21	6*47	○
4. v 94.	5*16	11*47	18*19	13 03 19	21*48	2*05	7*15	○
14. hét								
5. h 95.	5*14	11*47	18*20	13 07 15	22*46	2*49	7*46	○
6. k 96.	5*12	11*46	18*21	13 11 12	23*42	3*35	8*21	○
7. sz 97.	5*10	11*46	18*23	13 15 09	—	4*23	9*01	○
8. cs 98.	5*08	11*46	18*24	13 19 05	0*35	5*11	9*47	○
9. p 99.	5*06	11*45	18*26	13 23 02	1*23	6*01	10*40	○ 3*51
10. sz 100.	5*04	11*45	18*27	13 26 58	2*07	6*51	11*39	○
11. v 101.	5*02	11*45	18*28	13 30 55	2*47	7*42	12*43	○
15. hét								
12. h 102.	5*00	11*45	18*30	13 34 51	3*22	8*33	13*52	○
13. k 103.	4*59	11*44	18*31	13 38 48	3*55	9*25	15*05	○
14. sz 104.	4*57	11*44	18*33	13 42 44	4*25	10*17	16*20	○
15. cs 105.	4*55	11*44	18*34	13 46 41	4*56	11*11	17*38	○
16. p 106.	4*53	11*44	18*35	13 50 38	5*27	12*06	18*57	○ 5*22
17. sz 107.	4*51	11*43	18*37	13 54 34	6*01	13*02	20*16	○
18. v 108.	4*49	11*43	18*38	13 58 31	6*39	14*01	21*33	○
16. hét								
19. h 109.	4*47	11*43	18*40	14 02 27	7*22	15*00	22*46	○
20. k 110.	4*46	11*43	18*41	14 06 24	8*12	16*00	23*50	○
21. sz 111.	4*44	11*43	18*42	14 10 20	9*08	16*58	—	○
22. cs 112.	4*42	11*42	18*44	14 14 17	10*10	17*54	0*46	○ 20*02
23. p 113.	4*40	11*42	18*45	14 18 13	11*15	18*47	1*32	○
24. sz 114.	4*38	11*42	18*47	14 22 10	12*21	19*37	2*10	○
25. v 115.	4*37	11*42	18*48	14 26 07	13*27	20*24	2*43	○
17. hét								
26. h 116.	4*35	11*42	18*49	14 30 03	14*31	21*09	3*11	○
27. k 117.	4*33	11*42	18*51	14 34 00	15*34	21*53	3*37	○
28. sz 118.	4*32	11*41	18*52	14 37 56	16*37	22*36	4*02	○
29. cs 119.	4*30	11*41	18*54	14 41 53	17*38	23*19	4*26	○
30. p 120.	4*28	11*41	18*55	14 45 49	18*40	—	4*51	○ 15*55

* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

Jelenségek

1. 11^h A Jupiter együttállásban a Nappal.
 10. 10^h A Neptunusz 1^o.1-kal délre a Holdtól (fedés, hazánkból nem látható).
 11. 08^h Az Uránusz 1^o.0-kal délre a Holdtól (fedés, hazánkból a nappali égen következik be).
 14. 05^h A Merkúr 1^o.1-kal északra a Holdtól (fedés, hazánkból nem látható).
 16. 14^h A Merkúr legnagyobb nyugati kitérésben (28^o).
 19. 03^h A Hold elfedi az Aldebarant (hazánkból nem látható).



*Az égbolt látványa a hónap közepén,
egy órával napnyugta után*

A bolygók képe távcsőben

Merkúr: A hónap közepén éri legnagyobb nyugati kitérését, 28° -ra a központi csillagunktól, ám egész hónapban fél órával kel a Nap előtt, így helyzete megfigyelésre nem kedvező.

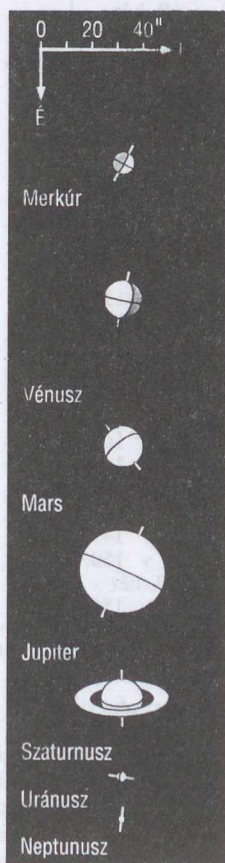
Vénusz: Egész hónapban az esti ég feltűnő látványossága, a hónap végén már három és fél órával nyugszik a Nap után. A hónap folyamán átmérője $13''.5$ és $16''$ között növekszik, fázisa 0.8 és 0.7 között csökken.

Mars: Az esti órákban kel, és egész éjszaka megfigyelhető a Mérleg, majd a Szűz csillagképben, mint az égbolt tündöklő látványossága. 24-én kerül szembenállásba a Nappal, ekkor látszó átmérője meghaladja a $16''$ -et, fényessége pedig eléri a -1^m6 -t.

Jupiter: Helyzete megfigyelésre nem kedvező. 1-jén együttállásban a Nappal.

Szaturnusz: A Nap közelsége miatt nem látható. 27-én együttállásban a Nappal.

Uránusz, Neptunusz: Hajnalban láthatók a Bak csillagképben. A hó végén három és fél órával kelnek a Nap előtt.



24. 19^h * A Mars szembenállásban.

24. 22^h * A Hold elfedi a Regulust.

27. 12^h * A Szaturnusz együttállásban a Nappal.

$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47^\circ 5'$

Naptár – május

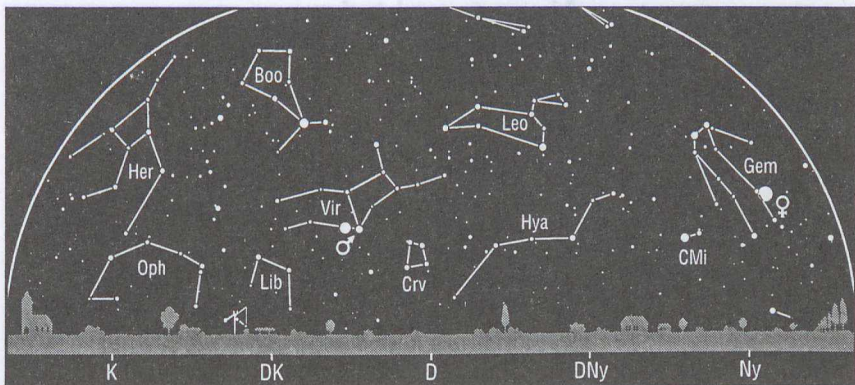
KÖZEI*

dátum	Nap			csillagidő 0 ^h -kor h m s	Hold			fázis h m
	kel	delel	nyugszik		kel	delel	nyugszik	
	h m	h m	h m		h m	h m	h m	
17. hét								
1. sz 121.	4*27	11*41	18*56	14 49 46	19*40	0*02	5*17	○
2. v 122.	4*25	11*41	18*58	14 53 42	20*39	0*46	5*46	○
18. hét								
3. h 123.	4*23	11*41	18*59	14 57 39	21*36	1*32	6*20	○
4. k 124.	4*22	11*41	19*00	15 01 36	22*31	2*19	6*58	○
5. sz 125.	4*20	11*41	19*02	15 05 32	23*20	3*06	7*41	○
6. cs 126.	4*19	11*41	19*03	15 09 29	—	3*55	8*31	○
7. p 127.	4*17	11*41	19*04	15 13 25	0*05	4*45	9*27	○
8. sz 128.	4*16	11*40	19*06	15 17 22	0*45	5*34	10*28	● 18*29
9. v 129.	4*15	11*40	19*07	15 21 18	1*21	6*24	11*34	●
19. hét								
10. h 130.	4*13	11*40	19*08	15 25 15	1*54	7*14	12*43	●
11. k 131.	4*12	11*40	19*10	15 29 11	2*24	8*04	13*55	●
12. sz 132.	4*10	11*40	19*11	15 33 08	2*53	8*56	15*10	●
13. cs 133.	4*09	11*40	19*12	15 37 05	3*23	9*49	16*27	●
14. p 134.	4*08	11*40	19*14	15 41 01	3*55	10*44	17*47	●
15. sz 135.	4*07	11*40	19*15	15 44 58	4*30	11*42	19*06	● 13*05
16. v 136.	4*05	11*40	19*16	15 48 54	5*11	12*42	20*24	●
20. hét								
17. h 137.	4*04	11*40	19*17	15 52 51	5*58	13*44	21*35	●
18. k 138.	4*03	11*40	19*19	15 56 47	6*54	14*45	22*37	●
19. sz 139.	4*02	11*40	19*20	16 00 44	7*56	15*45	23*29	●
20. cs 140.	4*01	11*41	19*21	16 04 40	9*02	16*41	—	●
21. p 141.	4*00	11*41	19*22	16 08 37	10*10	17*33	0*11	●
22. sz 142.	3*59	11*41	19*23	16 12 34	11*17	18*22	0*47	● 6*34
23. v 143.	3*58	11*41	19*24	16 16 30	12*23	19*08	1*17	○
21. hét								
24. h 144.	3*57	11*41	19*26	16 20 27	13*27	19*52	1*43	○
25. k 145.	3*56	11*41	19*27	16 24 23	14*29	20*35	2*08	○
26. sz 146.	3*55	11*41	19*28	16 28 20	15*31	21*18	2*32	○
27. cs 147.	3*54	11*41	19*29	16 32 16	16*32	22*00	2*56	○
28. p 148.	3*53	11*41	19*30	16 36 13	17*33	22*44	3*21	○
29. sz 149.	3*53	11*41	19*31	16 40 09	18*33	23*29	3*49	○
30. v 150.	3*52	11*42	19*32	16 44 06	19*31	—	4*21	○ 7*40
22. hét								
31. h 151.	3*51	11*42	19*33	16 48 03	20*27	0*16	4*57	○

* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

Jelenségek

1. 11^h* A Merkúr 1^o7-kal délre a Jupitertől.
 1. 18^h* A Mars földközélen.
 7. 18^h* A Neptunusz 0^o9-kal délre a Holdtól (fedés, hazánkban nem látható).
 8. 17^h* Az Uránusz 0^o7-kal délre a Holdtól (fedés, hazánkban nem látható).
 13. 19^h* A Merkúr 0^o7-kal északra a Szaturnusztól.



Az égbolt látványa a hónap közepén,
egy órával napnyugta után

A bolygók képe távcsőben

Merkúr: A bolygó helyzete megfigyelésre nem kedvező. 25-én felső együttállásban a Nappal.

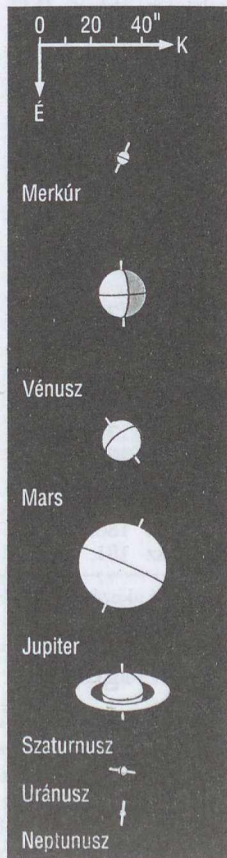
Vénusz: Egész hónapban három és fél órával a Nap után nyugszik, és az esti, északnyugati égbolton látható. A hó végére átmérője meghaladja a $20''$ -et, fázisa pedig 0.6 alá csökken, így a távcsöves észlelők számára is egyre szebb látványt nyújt.

Mars: A hajnali órákban nyugszik, így az éjszaka nagyobb részében látható a Szűz csillagképben.

Jupiter: Helyzete a hónap nagy részében megfigyelésre nem kedvező, csak a hó legvégén jelenik meg a hajnali pirkadatban.

Szaturnusz: Helyzete megfigyelésre nem kedvező.

Uránusz, Neptunusz: Éjfél után kelnek, az éjszaka második felében láthatók a Bak csillagképben.



22. 04^h* A Hold elfedi a Regulust (házánkból nem látható).
 25. 19^h* A Merkúr felső együttállásban a Nappal.
 25. 20^h* A Juno szembenállásban.
 31. 01^h* A Plútó szembenállásban.

$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47^\circ 5$

Naptár – június

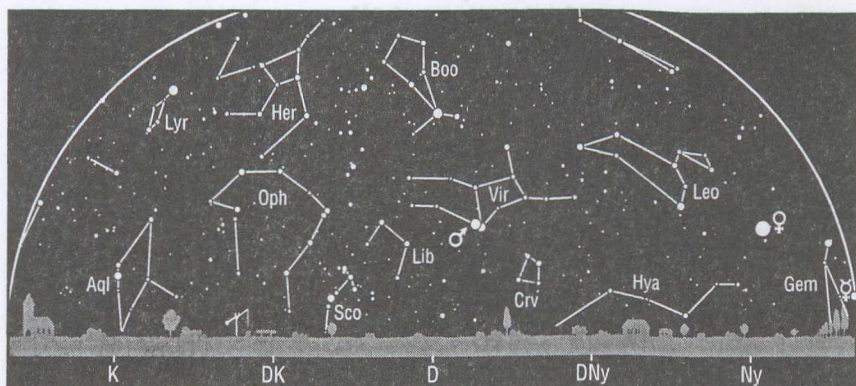
KÖZEI*

dátum	Nap			csillagidő 0 ^h -kor h m s	Hold			fázis h m
	kel, delel, nyugszik h m h m h m				kel, delel, nyugszik h m h m h m			
22. hét								
1. k 152.	3*51	11*42	19*34	16 51 59	21*19	1*04	5*39	○
2. sz 153.	3*50	11*42	19*35	16 55 56	22*05	1*52	6*26	○
3. cs 154.	3*49	11*42	19*35	16 59 52	22*47	2*42	7*20	○
4. p 155.	3*49	11*42	19*36	17 03 49	23*24	3*31	8*19	○
5. sz 156.	3*48	11*43	19*37	17 07 45	23*56	4*20	9*22	○
6. v 157.	3*48	11*43	19*38	17 11 42	—	5*09	10*29	○
23. hét								
7. h 158.	3*48	11*43	19*39	17 15 38	0*26	5*57	11*38	● 5*20
8. k 159.	3*47	11*43	19*39	17 19 35	0*55	6*47	12*49	●
9. sz 160.	3*47	11*43	19*40	17 23 32	1*23	7*37	14*03	●
10. cs 161.	3*47	11*44	19*41	17 27 28	1*52	8*29	15*19	●
11. p 162.	3*47	11*44	19*41	17 31 25	2*24	9*24	16*37	●
12. sz 163.	3*46	11*44	19*42	17 35 21	3*01	10*23	17*55	●
13. v 164.	3*46	11*44	19*42	17 39 18	3*44	11*24	19*11	● 20*03
24. hét								
14. h 165.	3*46	11*44	19*43	17 43 14	4*35	12*26	20*19	●
15. k 166.	3*46	11*45	19*43	17 47 11	5*35	13*28	21*18	●
16. sz 167.	3*46	11*45	19*44	17 51 07	6*41	14*27	22*06	●
17. cs 168.	3*46	11*45	19*44	17 55 04	7*51	15*23	22*46	●
18. p 169.	3*46	11*45	19*44	17 59 01	9*01	16*15	23*19	●
19. sz 170.	3*46	11*45	19*45	18 02 57	10*10	17*04	23*47	●
20. v 171.	3*47	11*46	19*45	18 06 54	11*16	17*50	—	● 19*13
25. hét								
21. h 172.	3*47	11*46	19*45	18 10 50	12*20	18*33	0*13	○
22. k 173.	3*47	11*46	19*45	18 14 47	13*22	19*16	0*37	○
23. sz 174.	3*47	11*46	19*45	18 18 43	14*24	19*59	1*01	○
24. cs 175.	3*48	11*47	19*45	18 22 40	15*25	20*42	1*26	○
25. p 176.	3*48	11*47	19*45	18 26 36	16*25	21*27	1*53	○
26. sz 177.	3*48	11*47	19*45	18 30 33	17*24	22*13	2*23	○
27. v 178.	3*49	11*47	19*45	18 34 30	18*21	23*00	2*57	○
26. hét								
28. h 179.	3*49	11*47	19*45	18 38 26	19*15	23*49	3*37	○ 22*37
29. k 180.	3*50	11*48	19*45	18 42 23	20*04	—	4*23	○
30. sz 181.	3*50	11*48	19*45	18 46 19	20*48	0*39	5*15	○

*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

Jelenségek

3. 23^h* A Neptunusz 0^o.7-kal délre a Holdtól (fedés, hazánkból nem látható).
 4. 23^h* Az Uránusz 0^o.5-kal délre a Holdtól (fedés, hazánkból nem látható).
 11. 13^h* A Vénusz legnagyobb keleti kitérésben (45^o).
 17. 04^h* A Vénusz 2^o.0-kal északra a Holdtól.
 18. 12^h* A Hold elfedi a Regulust (hazánkból a két égitest szoros közelsége figyelhető meg).



Az égbolt látványa a hónap közepén,
egy órával napnyugtá után

A bolygók képe távcsőben

Merkúr: A hónap elején egy, a végén már másfél órával nyugszik a Nap után, ám a hosszú szürkület miatt megfigyelhetősége nem túl jó. Bár 29-én éri el legnagyobb keleti kitérését, 26°-ra a Naptól, mégis a hónap közepén érdemes próbálkozni megkeresésével az esti, északnyugati horizont közelében.

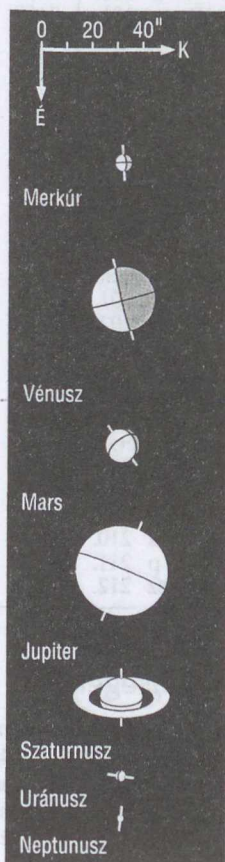
Vénusz: Az esti égbolt feltűnő látványossága. 11-én éri el legnagyobb keleti kitérését, 45°-ra a Naptól. A -4^m4 fényességű égitest a hónap elején még két és háromnegyed, a végén már csak két és negyed órával nyugszik a Nap után. Átmérője 22" és 30" között növekszik, fázisa 0.55 és 0.4 között csökken.

Mars: A hónap elején három, a végén egy órával éjfél után nyugszik. Az éjszaka nagyobb részében megfigyelhető a Szűz csillagképben. 5-én éri el stacionárius pontját. A hó végén fényessége -0^m5 , átmérője pedig 12" alá csökken.

Jupiter: Ismét megfigyelhető a hajnali, keleti égen, a Halak, majd a Kos csillagképben. A hó végén már három és fél órával a Nap előtt kel. Ekkor az óriásbolygó fényessége -2^m2 , látszó átmérője 37".6.

Szaturnusz: A hónap végén már három órával kel a Nap előtt, így hajnalban újra felkereshető a Kos csillagképben.

Uránusz, Neptunusz: Éjfél előtt kelnek, az éjszaka nagyobb részében láthatók a Bak csillagképben.



21. 20^h 49^m Nyári napforduló.

29. 00^h* A Merkúr legnagyobb keleti kitérésben (26°).

$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47^\circ 5'$

Naptár – július

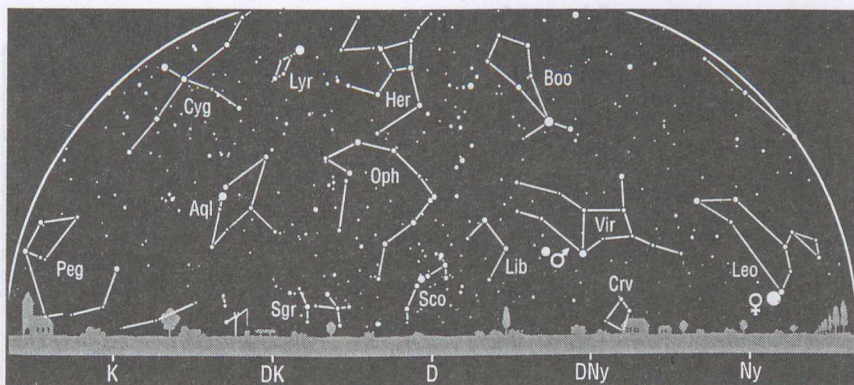
KÖZEI*

dátum	Nap			csillagidő 0 ^h -kor h m s	Hold			fázis h m
	kel	delel	nyugszik		kel	delel	nyugszik	
	h m	h m	h m		h m	h m	h m	
26. hét								
1. cs 182.	3*51	11*48	19*45	18 50 16	21*26	1*28	6*13	○
2. p 183.	3*52	11*48	19*44	18 54 12	22*00	2*18	7*15	○
3. sz 184.	3*52	11*48	19*44	18 58 09	22*31	3*07	8*20	○
4. v 185.	3*53	11*48	19*44	19 02 05	22*59	3*55	9*28	○
27. hét								
5. h 186.	3*54	11*49	19*43	19 06 02	23*26	4*43	10*37	●
6. k 187.	3*54	11*49	19*43	19 09 59	23*54	5*32	11*48	● 12*57
7. sz 188.	3*55	11*49	19*42	19 13 55	—	6*22	13*01	●
8. cs 189.	3*56	11*49	19*42	19 17 52	0*24	7*14	14*16	●
9. p 190.	3*57	11*49	19*41	19 21 48	0*57	8*08	15*32	●
10. sz 191.	3*58	11*49	19*41	19 25 45	1*35	9*06	16*47	●
11. v 192.	3*59	11*50	19*40	19 29 41	2*21	10*07	17*58	●
28. hét								
12. h 193.	4*00	11*50	19*39	19 33 38	3*16	11*08	19*01	●
13. k 194.	4*01	11*50	19*38	19 37 34	4*19	12*10	19*55	● 3*24
14. sz 195.	4*02	11*50	19*38	19 41 31	5*28	13*08	20*40	●
15. cs 196.	4*03	11*50	19*37	19 45 28	6*39	14*03	21*17	●
16. p 197.	4*04	11*50	19*36	19 49 24	7*50	14*55	21*48	●
17. sz 198.	4*05	11*50	19*35	19 53 21	8*59	15*43	22*15	●
18. v 199.	4*06	11*50	19*34	19 57 17	10*06	16*28	22*40	●
29. hét								
19. h 200.	4*07	11*50	19*33	20 01 14	11*10	17*12	23*05	●
20. k 201.	4*08	11*50	19*32	20 05 10	12*13	17*55	23*29	● 10*00
21. sz 202.	4*09	11*50	19*31	20 09 07	13*15	18*39	23*55	●
22. cs 203.	4*10	11*50	19*30	20 13 03	14*15	19*23	—	○
23. p 204.	4*11	11*51	19*29	20 17 00	15*15	20*08	0*24	○
24. sz 205.	4*12	11*51	19*28	20 20 57	16*13	20*55	0*57	○
25. v 206.	4*14	11*51	19*27	20 24 53	17*08	21*44	1*34	○
30. hét								
26. h 207.	4*15	11*51	19*25	20 28 50	17*59	22*33	2*18	○
27. k 208.	4*16	11*51	19*24	20 32 46	18*45	23*23	3*08	○
28. sz 209.	4*17	11*50	19*23	20 36 43	19*26	—	4*04	○ 12*25
29. cs 210.	4*18	11*50	19*22	20 40 39	20*02	0*14	5*06	○
30. p 211.	4*20	11*50	19*20	20 44 36	20*34	1*03	6*11	○
31. sz 212.	4*21	11*50	19*19	20 48 32	21*04	1*53	7*19	○

*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

Jelenségek

1. 04^h* A Neptunusz 0°6'-kal délre a Holdtól (fedés, hazánkból a nappali égen következik be).
2. 04^h* Az Uránusz 0°4'-kal délre a Holdtól (fedés, hazánkból nem látható).
7. 00^h* A Föld naptárvolban.
10. 10^h* A Hold elfedi az Aldebarant (hazánkból a két égitest szoros közelsége figyelhető meg).



Az égbolt látványa a hónap közepén,
egy órával napnyugta után

A bolygók képe távcsőben

Merkúr: A hónap folyamán nem kerül megfigyelésre kedvező helyzetbe. 26-án alsó együttállásban a Nappal.

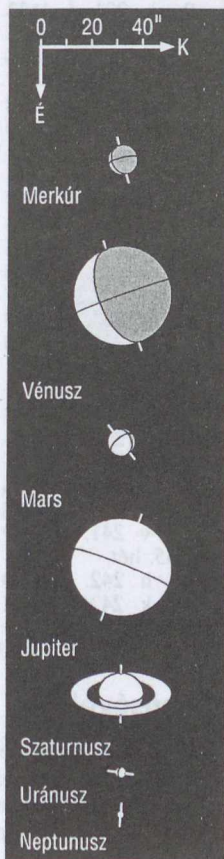
Vénusz: A hónap elején még kettő, a végén már csak három-negyed órával nyugszik a Nap után, így láthatósága gyorsan romlik. A tündöklő égitest átmérője a hónap végére eléri a $48''$ -et, fázisa viszont 0.15 alá csökken.

Mars: Éjfél körül nyugszik, az éjszaka első felében látható a Szűz, majd a Mérleg csillagképben.

Jupiter: Éjfél körül kel, és az éjszaka második felében látható a Kos csillagképben.

Szaturnusz: Éjfél után kel, így a hajnali órákban látható a Kosban.

Uránusz, Neptunusz: Napnyugta után kelnek, így egész éjszaka megfigyelhetők a Bak csillagképben. A Neptunusz 26-án kerül szembenállásba a Nappal. Ekkor fényessége $7^m.8$, látszó átmérője $2''.3$.



- | | |
|-----------------------|--|
| 13. 08 ^h * | A Vénusz $1^{\circ}5'$ -kal délre a Regulustól. |
| 26. 11 ^h * | A Neptunusz szembenállásban. |
| 26. 17 ^h * | A Merkúr alsó együttállásban a Nappal. |
| 28. 09 ^h * | A Neptunusz $0^{\circ}6'$ -kal délre a Holdtól (fedés, hazánkból nem látható). |
| 28. 12 ^h * | Részleges holdfogyatkozás (hazánkból nem látható). |
| 29. 08 ^h * | Az Uránusz $0^{\circ}5'$ -kal délre a Holdtól (fedés, hazánkból nem látható). |

$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47^\circ 5$

Naptár – augusztus

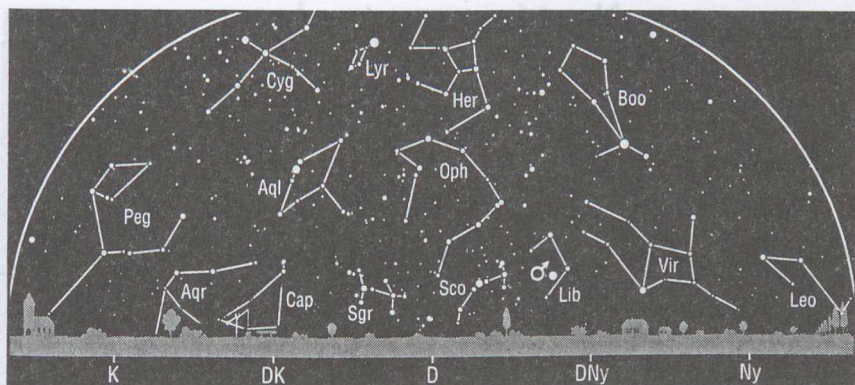
KÖZEI*

dátum	Nap			csillagidő 0 ^h -kor h m s	Hold			fázis h m
	kel	delel	nyugszik		kel	delel	nyugszik	
	h m	h m	h m		h m	h m	h m	
30. hét								
1. v 213.	4*22	11*50	19*17	20 52 29	21*31	2*41	8*29	○
31. hét								
2. h 214.	4*24	11*50	19*16	20 56 25	21*59	3*30	9*39	○
3. k 215.	4*25	11*50	19*15	21 00 22	22*27	4*19	10*51	○
4. sz 216.	4*26	11*50	19*13	21 04 19	22*58	5*09	12*04	○
5. cs 217.	4*27	11*50	19*12	21 08 15	23*33	6*02	13*17	○
6. p 218.	4*29	11*50	19*10	21 12 12	—	6*57	14*31	○
7. sz 219.	4*30	11*50	19*09	21 16 08	0*15	7*54	15*41	○
8. v 220.	4*31	11*50	19*07	21 20 05	1*04	8*54	16*46	○
32. hét								
9. h 221.	4*33	11*49	19*05	21 24 01	2*02	9*54	17*43	○
10. k 222.	4*34	11*49	19*04	21 27 58	3*07	10*53	18*31	○
11. sz 223.	4*35	11*49	19*02	21 31 54	4*17	11*49	19*12	○
12. cs 224.	4*37	11*49	19*00	21 35 51	5*28	12*42	19*46	○
13. p 225.	4*38	11*49	18*59	21 39 48	6*39	13*33	20*15	○
14. sz 226.	4*39	11*49	18*57	21 43 44	7*48	14*20	20*42	○
15. v 227.	4*41	11*48	18*55	21 47 41	8*54	15*05	21*07	○
33. hét								
16. h 228.	4*42	11*48	18*54	21 51 37	9*59	15*50	21*31	○
17. k 229.	4*43	11*48	18*52	21 55 34	11*02	16*33	21*57	○
18. sz 230.	4*45	11*48	18*50	21 59 30	12*03	17*17	22*25	○
19. cs 231.	4*46	11*47	18*48	22 03 27	13*04	18*02	22*55	○
20. p 232.	4*47	11*47	18*46	22 07 23	14*02	18*49	23*31	○
21. sz 233.	4*49	11*47	18*45	22 11 20	14*59	19*36	—	○
22. v 234.	4*50	11*47	18*43	22 15 17	15*51	20*25	0*12	○
34. hét								
23. h 235.	4*51	11*46	18*41	22 19 13	16*40	21*15	0*59	○
24. k 236.	4*53	11*46	18*39	22 23 10	17*23	22*06	1*53	○
25. sz 237.	4*54	11*46	18*37	22 27 06	18*01	22*56	2*53	○
26. cs 238.	4*55	11*46	18*35	22 31 03	18*35	23*46	3*58	○
27. p 239.	4*56	11*45	18*33	22 34 59	19*06	—	5*06	○
28. sz 240.	4*58	11*45	18*31	22 38 56	19*34	0*36	6*16	○
29. v 241.	4*59	11*45	18*29	22 42 52	20*02	1*26	7*28	○
35. hét								
30. h 242.	5*00	11*44	18*27	22 46 49	20*30	2*16	8*41	○
31. k 243.	5*02	11*44	18*26	22 50 46	21*01	3*06	9*54	○

* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

Jelenségek

6. 17^h* A Hold elfedi az Aldebarant (hazánkból nem látható).
 7. 20^h* Az Uránusz szembenállásban.
 10. 04^h* A Merkúr 1,2-kal délre a Holdtól (fedés, hazánkból nem látható).
 11. 12^h* Teljes napfogyatkozás (részletes információk a *Fogyatkozások, fedések* című részben).



*Az égbolt látványa a hónap közepén,
egy órával napnyugta után*

A bolygók képe távcsőben

Merkúr: A hónap elején még csak háromnegyed, a közepén már másfél órával kel a Nap előtt. 14-én éri el legnagyobb nyugati kitérését, 19° -ra a Naptól. Ezekben a napokban a hajnali, keleti égbolton kereshető. A hónap második felében látóhatósága ismét romlik.

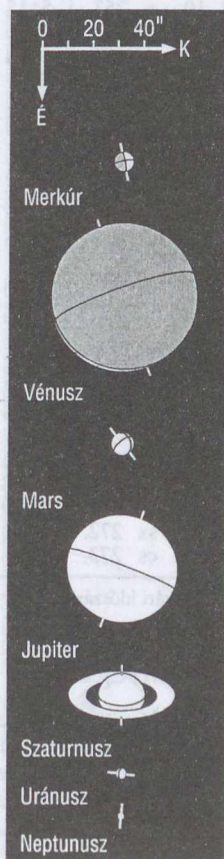
Vénusz: Helyzete megfigyelésre nem kedvező, bár a hó végén már majdnem háromnegyed órával a Nap előtt kel. 20-án alsó együttállásban a Nappal.

Mars: Egyre halványuló, de még mindig feltűnő égitestként látható az esti, délnyugati égen. A hó végén látszó átmérője már csak $8''$.

Jupiter: A hónap elején egy, a végén két és fél órával éjfél előtt kel, így az éjszaka nagyobb részében megfigyelhető a Kos csillagképben. A hó végén fényessége -2^m7 , átmérője $45''3$.

Szaturnusz: A hónap végén már két órával éjfél előtt kel. Az éjszaka második felében látható a Kos csillagképben.

Uránusz, Neptunusz: Napnyugta környékén kelnek, egész éjszaka láthatók a Bakban. Az Uránusz 7-én kerül szembenál-lásba a Nappal. Fényessége 5^m7 , átmérője $3''7$.



- 14. 15^h * A Merkúr legnagyobb nyugati kitérésben (19°).
- 20. 13^h * A Vénusz alsó együttállásban a Nappal.
- 24. 15^h * A Neptunusz 0^h7 -kal délre a Holdtól (fedés, hazánkban nem látható).
- 25. 14^h * Az Uránusz 0^h6 -kal délre a Holdtól (fedés, hazánkban nem látható).

$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47^\circ 5'$

Naptár – szeptember

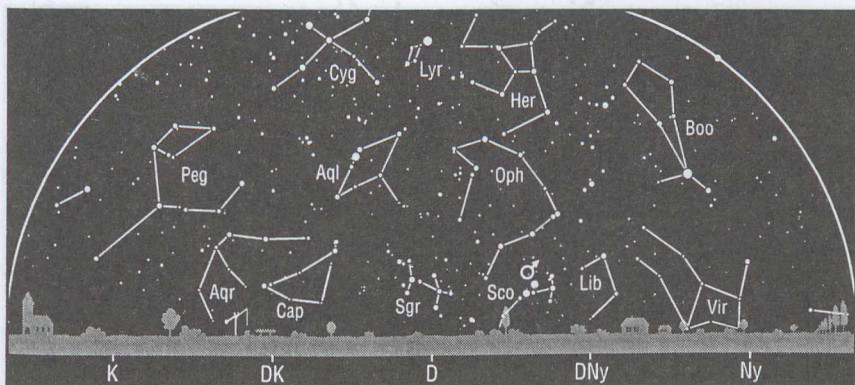
KÖZEI*

dátum	Nap			csillagidő 0 ^h -kor h m s	Hold			fázis h m
	kel	delel	nyugszik		kel	delel	nyugszik	
	h m	h m	h m		h m	h m	h m	
35. hét								
1. sz 244.	5*03	11*44	18*24	22 54 42	21*34	3*58	11*08	☉
2. cs 245.	5*04	11*43	18*22	22 58 39	22*13	4*53	12*21	☉ 23*17
3. p 246.	5*06	11*43	18*20	23 02 35	22*59	5*49	13*32	☉
4. sz 247.	5*07	11*43	18*18	23 06 32	23*53	6*46	14*38	☉
5. v 248.	5*08	11*43	18*16	23 10 28	—	7*45	15*36	☉
36. hét								
6. h 249.	5*10	11*42	18*14	23 14 25	0*54	8*43	16*26	☉
7. k 250.	5*11	11*42	18*12	23 18 21	2*00	9*39	17*08	☉
8. sz 251.	5*12	11*41	18*10	23 22 18	3*10	10*32	17*44	☉
9. cs 252.	5*14	11*41	18*08	23 26 15	4*20	11*23	18*14	☉ 23*02
10. p 253.	5*15	11*41	18*06	23 30 11	5*29	12*11	18*42	☉
11. sz 254.	5*16	11*40	18*03	23 34 08	6*37	12*57	19*07	☉
12. v 255.	5*18	11*40	18*01	23 38 04	7*43	13*42	19*32	☉
37. hét								
13. h 256.	5*19	11*40	17*59	23 42 01	8*47	14*27	19*58	☉
14. k 257.	5*20	11*39	17*57	23 45 57	9*50	15*11	20*24	☉
15. sz 258.	5*22	11*39	17*55	23 49 54	10*52	15*56	20*54	☉
16. cs 259.	5*23	11*39	17*53	23 53 50	11*51	16*42	21*27	☉
17. p 260.	5*25	11*38	17*51	23 57 47	12*49	17*28	22*05	☉ 21*06
18. sz 261.	5*26	11*38	17*49	0 01 44	13*43	18*17	22*50	☉
19. v 262.	5*27	11*38	17*47	0 05 40	14*32	19*06	23*40	☉
38. hét								
20. h 263.	5*29	11*37	17*45	0 09 37	15*17	19*56	—	☉
21. k 264.	5*30	11*37	17*43	0 13 33	15*57	20*46	0*37	☉
22. sz 265.	5*31	11*37	17*41	0 17 30	16*32	21*36	1*40	☉
23. cs 266.	5*33	11*36	17*39	0 21 26	17*04	22*26	2*47	☉
24. p 267.	5*34	11*36	17*37	0 25 23	17*34	23*16	3*57	☉
25. sz 268.	5*35	11*35	17*35	0 29 19	18*02	—	5*09	☉ 11*51
26. v 269.	5*37	11*35	17*33	0 33 16	18*31	0*07	6*24	☉
39. hét								
27. h 270.	5*38	11*35	17*31	0 37 13	19*01	0*59	7*39	☉
28. k 271.	5*39	11*34	17*29	0 41 09	19*34	1*52	8*55	☉
29. sz 272.	5*41	11*34	17*27	0 45 06	20*12	2*47	10*11	☉
30. cs 273.	5*42	11*34	17*25	0 49 02	20*56	3*44	11*24	☉

* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

Jelenségek

2. 23^h* A Hold elfedi az Aldebarant.
8. 16^h* A Merkúr felső együttállásban a Nappal.
20. 23^h* A Hold elfedi a Neptunuszt (lásd a *Fogyatkozások, fedések* részben).
21. 21^h* A Hold elfedi az Uránuszt (lásd a *Fogyatkozások, fedések* részben).
23. 12^h* 31^m Őszi napéjgyenlőség.
30. 05^h* A Hold elfedi az Aldebarant.



Az égbolt látványa a hónap közepén,
egy órával napnyugta után

A bolygók képe távcsőben

Merkúr: A hónap folyamán nem kerül megfigyelésre kedvező helyzetbe. 8-án felső együttállásban van a Nappal.

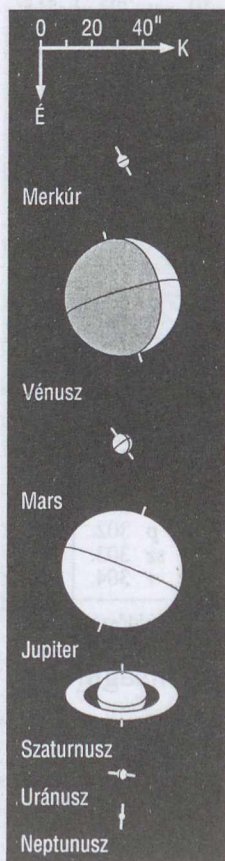
Vénusz: A hónap folyamán láthatósága gyorsan javul. A hó elején még csak háromnegyed, a végén viszont már három és fél órával kel a Nap előtt, miközben látszó átmérője $54''$ és $36''$ között csökken, fázisa pedig 0.05 és 0.3 között növekszik. A hajnali, keleti égen tündöklő bolygó a hónap végén éri el maximális fényességét, -4^m6-t .

Mars: Az esti, délnyugati égen látható, a Skorpió, majd a Kígyótartó csillagképben. A hónap elején két és fél, a végén három órával nyugszik a Nap után.

Jupiter: Az esti órákban kel, az éjszaka nagyobb részében megfigyelhető a Kos csillagképben.

Szaturnusz: Késő este kel, így az éjszaka nagyobb részében látható a Kos csillagképben.

Uránusz, Neptunusz: Hajnalban nyugszanak, az éjszaka nagyobb részében láthatók a Bak csillagképben.



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47^\circ 5$

Naptár – október

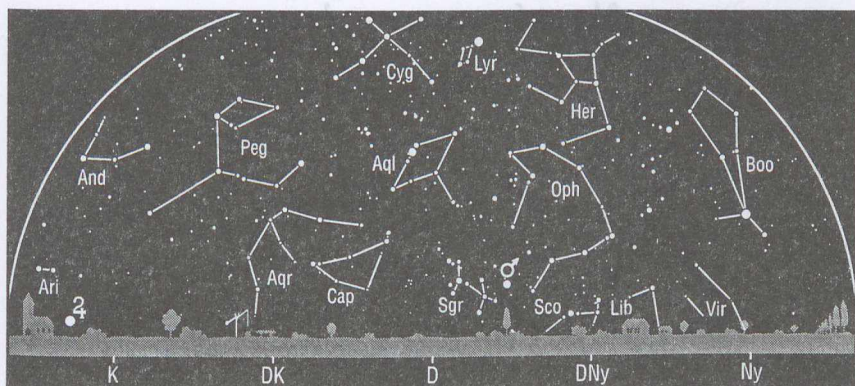
KÖZEI*

dátum	Nap			csillagidő 0 ^h -kor h m s	Hold			fázis h m
	kel	delel	nyugszik		kel	delel	nyugszik	
	h m	h m	h m		h m	h m	h m	
39. hét								
1. p 274.	5*43	11*33	17*23	0 52 59	21*48	4*42	12*32	☾ 5*02
2. sz 275.	5*45	11*33	17*21	0 56 55	22*46	5*40	13*33	☾
3. v 276.	5*46	11*33	17*19	1 00 52	23*51	6*38	14*25	☾
40. hét								
4. h 277.	5*48	11*33	17*17	1 04 48	—	7*34	15*09	☾
5. k 278.	5*49	11*32	17*15	1 08 45	0*58	8*27	15*45	☾
6. sz 279.	5*50	11*32	17*13	1 12 42	2*07	9*17	16*16	☾
7. cs 280.	5*52	11*32	17*11	1 16 38	3*16	10*06	16*44	☾
8. p 281.	5*53	11*31	17*09	1 20 35	4*23	10*52	17*10	☾
9. sz 282.	5*55	11*31	17*07	1 24 31	5*29	11*37	17*34	☾ 12*34
10. v 283.	5*56	11*31	17*05	1 28 28	6*34	12*21	17*59	☾
41. hét								
11. h 284.	5*57	11*31	17*03	1 32 24	7*38	13*05	18*25	☾
12. k 285.	5*59	11*30	17*01	1 36 21	8*40	13*50	18*53	☾
13. sz 286.	6*00	11*30	16*59	1 40 17	9*41	14*35	19*25	☾
14. cs 287.	6*02	11*30	16*57	1 44 14	10*40	15*22	20*01	☾
15. p 288.	6*03	11*30	16*55	1 48 11	11*35	16*09	20*42	☾
16. sz 289.	6*05	11*29	16*54	1 52 07	12*26	16*58	21*30	☾
17. v 290.	6*06	11*29	16*52	1 56 04	13*12	17*46	22*23	☾ 16*00
42. hét								
18. h 291.	6*08	11*29	16*50	2 00 00	13*53	18*36	23*22	☾
19. k 292.	6*09	11*29	16*48	2 03 57	14*30	19*25	—	☾
20. sz 293.	6*10	11*29	16*46	2 07 53	15*02	20*14	0*26	☾
21. cs 294.	6*12	11*29	16*44	2 11 50	15*32	21*04	1*34	☾
22. p 295.	6*13	11*28	16*43	2 15 46	16*01	21*54	2*45	☾
23. sz 296.	6*15	11*28	16*41	2 19 43	16*29	22*45	3*58	☾
24. v 297.	6*16	11*28	16*39	2 23 40	16*58	23*39	5*14	☾ 22*02
43. hét								
25. h 298.	6*18	11*28	16*37	2 27 36	17*30	—	6*32	☾
26. k 299.	6*19	11*28	16*36	2 31 33	18*07	0*34	7*51	☾
27. sz 300.	6*21	11*28	16*34	2 35 29	18*49	1*32	9*09	☾
28. cs 301.	6*22	11*28	16*32	2 39 26	19*40	2*32	10*22	☾
29. p 302.	6*24	11*28	16*31	2 43 22	20*38	3*33	11*28	☾
30. sz 303.	6*25	11*28	16*29	2 47 19	21*42	4*32	12*24	☾
31. v 304.	6 27	11 28	16 28	2 51 15	22 50	5 30	13 10	☾ 13 04

*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

Jelenségek

5. 23^h* A Hold elfedi a Regulust (hazánkban nem látható).
 18. 08^h* A Neptunusz 0^o.5-kal délre a Holdtól (fedés, hazánkban nem látható).
 19. 06^h* Az Uránusz 0^o.4-kal délre a Holdtól (fedés, hazánkban nem látható).
 23. 20^h* A Jupiter szembenállásban.
 24. 23^h* A Merkúr legnagyobb keleti kitérésben (24^o).
 25. 19^h* A Szaturnusz 2^o.0-kal északra a Holdtól.



*Az égbolt látványa a hónap közepén,
egy órával napnyugta után*

A bolygók képe távcsőben

Merkúr: 24-én éri el legnagyobb keleti kitérését, 24° -ra Naptól, ám helyzete megfigyelésre nem kedvező, mivel egész hónapban fél órával nyugszik a Nap után.

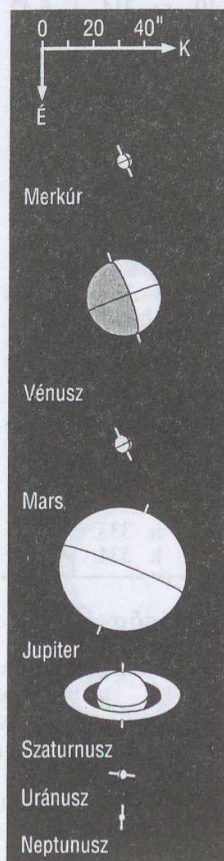
Vénusz: Egész hónapban körülbelül négy órával kel a Nap előtt, így könnyedén megfigyelhető a hajnali, keleti égen. 31-én van legnagyobb nyugati kitérésben, 46° -ra a Naptól.

Mars: A hónap elején három, a végén három és fél órával a Nap után nyugszik. Az esti, délnyugati égen kereshető fel a Kígyótartó, majd a Nyilas csillagképben.

Jupiter: 23-án kerül szembenállásba a Nappal, így egész éjszaka látható a Kos, majd a Halak csillagképben. Fényessége eléri a -2^m9 -t, látszó átmérője $49''.7$.

Szaturnusz: Az esti órákban kel, így csaknem egész éjszaka látható a Kos csillagképben.

Uránusz, Neptunusz: Éjfél körül nyugszanak, az éjszaka első felében kereshetők a Bak csillagképben.



27. 13^h* A Hold elfedi az Aldebarant (házánkból nem látható).
 31. 01^h A Vénusz legnagyobb nyugati kitérésben (46°).
 31. 03^h A nyári időszámítás várható vége.

$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47^\circ 5'$

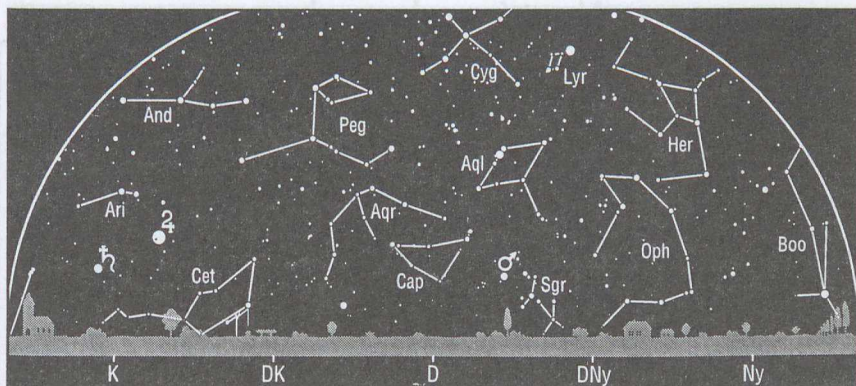
Naptár – november

KÖZEI

dátum	Nap			csillagidő 0 ^h -kor h m s	Hold			fázis h m
	kel, delel, nyugszik h m h m h m				kel, delel, nyugszik h m h m h m			
44. hét								
1. h 305.	6 28	11 28	16 26	2 55 12	23 58	6 24	13 49	☉
2. k 306.	6 30	11 28	16 25	2 59 09	—	7 15	14 21	☉
3. sz 307.	6 31	11 28	16 23	3 03 05	1 07	8 04	14 49	☉
4. cs 308.	6 33	11 28	16 22	3 07 02	2 14	8 50	15 15	☉
5. p 309.	6 34	11 28	16 20	3 10 58	3 19	9 34	15 39	☉
6. sz 310.	6 36	11 28	16 19	3 14 55	4 24	10 18	16 03	☉
7. v 311.	6 37	11 28	16 17	3 18 51	5 28	11 02	16 28	☉
45. hét								
8. h 312.	6 39	11 28	16 16	3 22 48	6 30	11 46	16 54	☉ 4 53
9. k 313.	6 40	11 28	16 15	3 26 44	7 32	12 31	17 24	☉
10. sz 314.	6 42	11 28	16 13	3 30 41	8 32	13 17	17 58	☉
11. cs 315.	6 43	11 28	16 12	3 34 38	9 29	14 04	18 38	☉
12. p 316.	6 45	11 28	16 11	3 38 34	10 22	14 52	19 23	☉
13. sz 317.	6 46	11 28	16 10	3 42 31	11 10	15 41	20 13	☉
14. v 318.	6 48	11 29	16 09	3 46 27	11 52	16 29	21 10	☉
46. hét								
15. h 319.	6 49	11 29	16 07	3 50 24	12 29	17 17	22 10	☉
16. k 320.	6 51	11 29	16 06	3 54 20	13 02	18 05	23 15	☉ 10 03
17. sz 321.	6 52	11 29	16 05	3 58 17	13 32	18 53	—	☉
18. cs 322.	6 54	11 29	16 04	4 02 13	14 00	19 41	0 22	☉
19. p 323.	6 55	11 30	16 03	4 06 10	14 27	20 31	1 33	☉
20. sz 324.	6 57	11 30	16 02	4 10 07	14 55	21 22	2 46	☉
21. v 325.	6 58	11 30	16 02	4 14 03	15 25	22 16	4 02	☉
47. hét								
22. h 326.	7 00	11 30	16 01	4 18 00	15 59	23 13	5 21	☉
23. k 327.	7 01	11 31	16 00	4 21 56	16 38	—	6 41	☉ 8 04
24. sz 328.	7 02	11 31	15 59	4 25 53	17 26	0 14	7 59	☉
25. cs 329.	7 04	11 31	15 58	4 29 49	18 22	1 16	9 12	☉
26. p 330.	7 05	11 31	15 58	4 33 46	19 26	2 19	10 15	☉
27. sz 331.	7 06	11 32	15 57	4 37 42	20 36	3 20	11 07	☉
28. v 332.	7 08	11 32	15 56	4 41 39	21 47	4 18	11 50	☉
48. hét								
29. h 333.	7 09	11 33	15 56	4 45 36	22 57	5 12	12 25	☉
30. k 334.	7 10	11 33	15 55	4 49 32	—	6 02	12 55	☉ 0 19

Jelenségek

6. 15^h A Szaturnusz szembenállásban.
 14. 16^h A Neptunusz 0^o.2-kal délre a Holdtól (fedés, hazánkban nem látható).
 15. 14^h Az Uránusz 0^o.1-kal délre a Holdtól (fedés, hazánkban nem látható).
 15. 23^h A Merkúr alsó együttállásban a Nappal, Merkúr átvonulás (hazánkban nem látható).
 23. 23^h A Hold elfedi az Aldebarant (hazánkban a két égitest szoros közelsége figyelhető meg).
 28. 15^h A Mars 1^o.7-kal délre a Neptunusztól.



*Az égbolt látványa a hónap közepén,
egy órával napnyugta után*

A bolygók képe távcsőben

Merkúr: A hónap első felében helyzete megfigyelésre nem kedvező, ám 15-i alsó együttállása után láthatósága gyorsan javul. A hónap végén már egy és háromnegyed órával kel a Nap előtt. Az év folyamán ekkor kerül megfigyelésre legkedvezőbb helyzetbe.

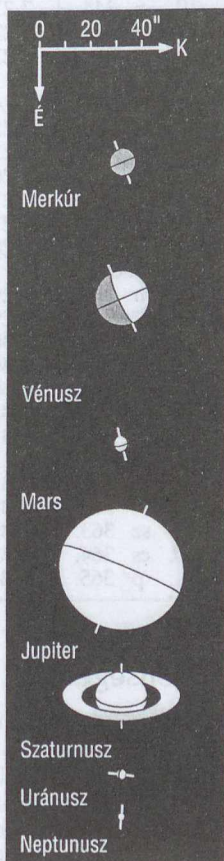
Vénusz: Egész hónapban négy és egynegyed órával kel a Nap előtt, így a hajnali, keleti égen látható. A hó végére átmérője $20''$ -alá csökken, míg fázisa eléri a 0.65-öt.

Mars: A hónap elején három és fél, a végén négy órával nyugszik a Nap után. Az esti, délnyugati égen látható a Nyilas, majd a Bak csillagképben. A hó közepén fényessége 0^m8 , átmérője $5''.9$.

Jupiter: A hajnali órákban nyugszik, csaknem egész éjszaka látható a Halak csillagképben.

Szaturnusz: 6-án kerül szembenállásba a Nappal. Napnyugta környékén kel, és egész éjszaka látható a Kos csillagképben. A bolygó fényessége -0^m2 , látszó átmérője $20''.3$.

Uránusz, Neptunusz: Késő este nyugszanak, napnyugta után láthatók a Bak csillagképben.



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47^\circ 5$

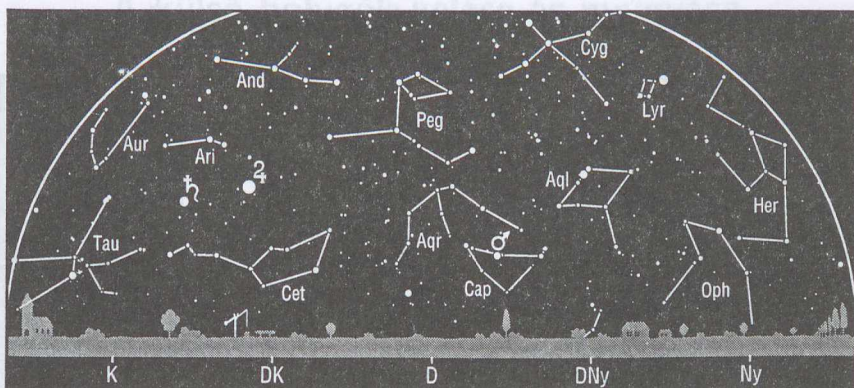
Naptár – december

KÖZEI

dátum	Nap			csillagidő 0 ^h -kor h m s	Hold			fázis h m
	kel	delel	nyugszik		kel	delel	nyugszik	
	h m	h m	h m		h m	h m	h m	
48. hét								
1. sz 335.	7 11	11 33	15 55	4 53 29	0 05	6 49	13 21	☉
2. cs 336.	7 13	11 34	15 54	4 57 25	1 12	7 34	13 45	☉
3. p 337.	7 14	11 34	15 54	5 01 22	2 16	8 17	14 09	☉
4. sz 338.	7 15	11 34	15 54	5 05 18	3 20	9 01	14 33	☉
5. v 339.	7 16	11 35	15 53	5 09 15	4 22	9 44	14 58	☉
49. hét								
6. h 340.	7 17	11 35	15 53	5 13 11	5 24	10 29	15 27	☉
7. k 341.	7 18	11 36	15 53	5 17 08	6 25	11 14	15 59	☉ 23 32
8. sz 342.	7 19	11 36	15 53	5 21 05	7 23	12 01	16 36	☉
9. cs 343.	7 20	11 37	15 53	5 25 01	8 18	12 49	17 19	☉
10. p 344.	7 21	11 37	15 53	5 28 58	9 08	13 37	18 08	☉
11. sz 345.	7 22	11 38	15 53	5 32 54	9 52	14 26	19 02	☉
12. v 346.	7 23	11 38	15 53	5 36 51	10 31	15 14	20 01	☉
50. hét								
13. h 347.	7 24	11 38	15 53	5 40 47	11 05	16 01	21 03	☉
14. k 348.	7 25	11 39	15 53	5 44 44	11 35	16 48	22 08	☉
15. sz 349.	7 25	11 39	15 53	5 48 40	12 03	17 34	23 15	☉
16. cs 350.	7 26	11 40	15 54	5 52 37	12 29	18 21	—	☉ 1 50
17. p 351.	7 27	11 40	15 54	5 56 34	12 55	19 10	0 24	☉
18. sz 352.	7 27	11 41	15 54	6 00 30	13 22	20 00	1 36	☉
19. v 353.	7 28	11 41	15 55	6 04 27	13 52	20 54	2 51	☉
51. hét								
20. h 354.	7 29	11 42	15 55	6 08 23	14 28	21 52	4 09	☉
21. k 355.	7 29	11 42	15 56	6 12 20	15 10	22 53	5 27	☉
22. sz 356.	7 30	11 43	15 56	6 16 16	16 01	23 56	6 44	☉ 18 31
23. cs 357.	7 30	11 43	15 57	6 20 13	17 03	—	7 54	☉
24. p 358.	7 30	11 44	15 57	6 24 09	18 12	1 00	8 54	☉
25. sz 359.	7 31	11 44	15 58	6 28 06	19 25	2 02	9 44	☉
26. v 360.	7 31	11 45	15 59	6 32 03	20 39	3 00	10 24	☉
52. hét								
27. h 361.	7 31	11 45	15 59	6 35 59	21 51	3 54	10 57	☉
28. k 362.	7 32	11 46	16 00	6 39 56	23 00	4 44	11 25	☉
29. sz 363.	7 32	11 46	16 01	6 43 52	—	5 31	11 50	☉ 15 04
30. cs 364.	7 32	11 47	16 02	6 47 49	0 07	6 16	12 14	☉
31. p 365.	7 32	11 47	16 03	6 51 45	1 11	6 59	12 38	☉

Jelenségek

3. 02^h A Merkúr legnagyobb nyugati kitérésben (20°).
 11. 23^h A Neptunusz 0°:07'-kal északra a Holdtól (fedés, hazánkban nem látható).
 12. 20^h A Mars 0°:6'-kal délre a Holdtól (fedés, hazánkban nem látható).
 12. 22^h Az Uránusz 0°:2'-kal északra a Holdtól (fedés, hazánkban nem látható).
 21. 10^h A Hold elfedi az Aldebarant (hazánkban nem látható).
 22. 08^h44^m Téli napforduló.



*Az égbolt látványa a hónap közepén,
egy órával napnyugta után*

A bolygók képe távcsőben

Merkúr: A hónap első napjaiban láthatósága tovább javul. 3-án éri el legnagyobb nyugati kitérését, 20° -ra a Naptól, s ekkor majd két órával kel központi csillagunk előtt. Később láthatósága lassan romlik, a hónap közepén másfél, a végén már csak háromnegyed órával kel a Nap előtt.

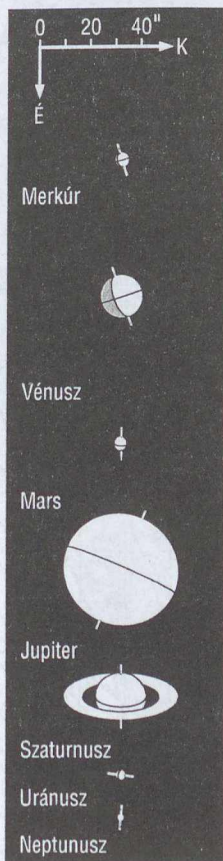
Vénusz: A hó elején négy, a végén három és egynegyed órával kel a Nap előtt. A hónap végén átmérője $15''$, csökkenő, fázisa 0.75, növekvő.

Mars: Egész hónapban négy órával a Nap után nyugszik, így az esti, délnyugati égen látható a Bak csillagképben.

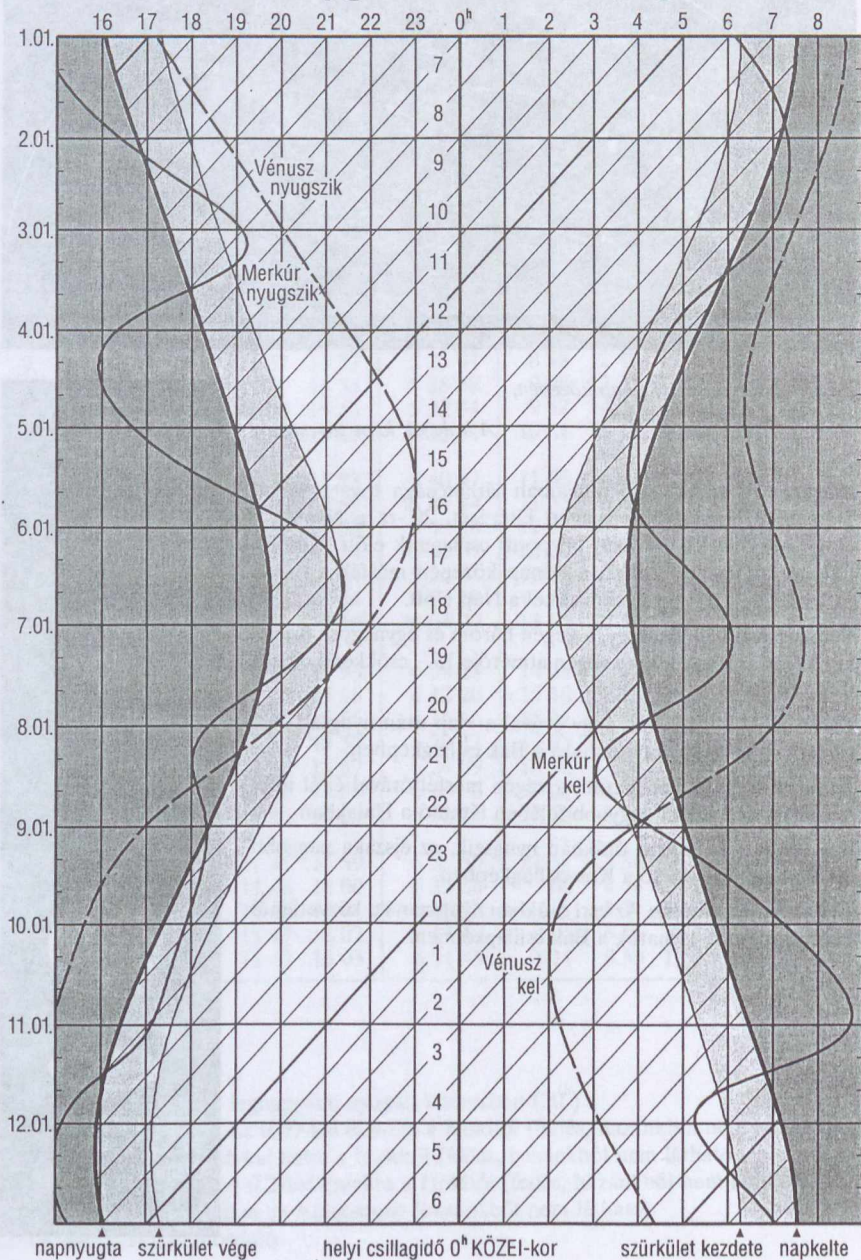
Jupiter: A hó elején három, a végén másfél órával éjfél után nyugszik, az éjszaka nagyobb felében látható a Halakban.

Szaturnusz: A hajnali órákban nyugszik, az éjszaka nagyobb felében megfigyelhető a Kos csillagképben.

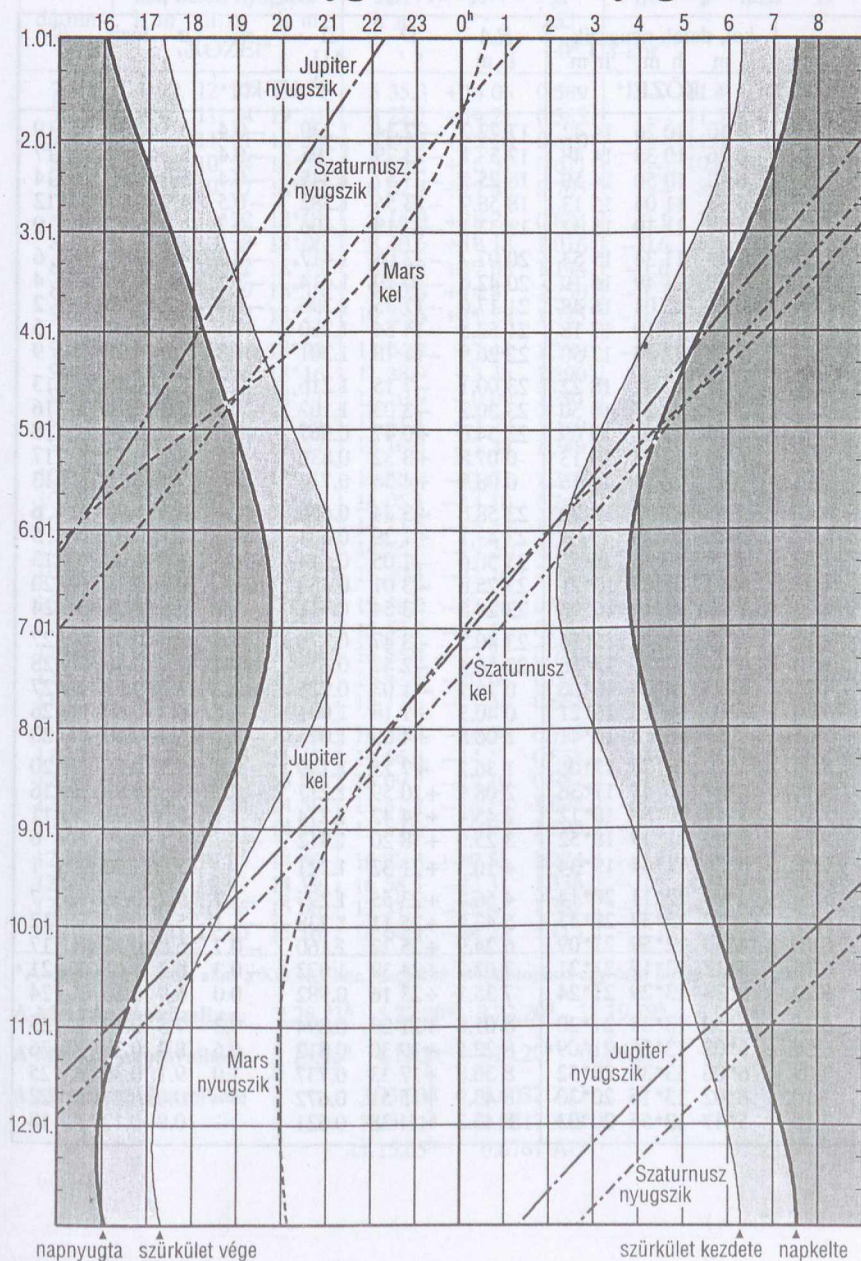
Uránusz, Neptunusz: Az esti órákban nyugszanak, közvetlenül napnyugta után láthatók a Bak csillagképben.



A belső bolygók kelése és nyugvása



A külső bolygók kelése és nyugvása



Merkúr

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m			RA h m	D ° '	Δ AU	m	φ "	fázis	E °
	KÖZEI*			0 ^h UT-kor						
1.01.	6 10	10 26	14 42	17 22.2	-22 34	1.230	-0.4	5.5	0.84	Ny 19
1.06.	6 26	10 38	14 48	17 53.1	-23 29	1.295	-0.4	5.2	0.89	Ny 17
1.11.	6 42	10 50	14 59	18 25.5	-23 57	1.345	-0.4	5.0	0.92	Ny 14
1.16.	6 55	11 04	15 13	18 58.9	-23 55	1.382	-0.5	4.9	0.95	Ny 12
1.21.	7 06	11 19	15 32	19 33.1	-23 19	1.406	-0.7	4.8	0.97	Ny 9
1.26.	7 14	11 34	15 54	20 07.7	-22 08	1.417	-0.9	4.7	0.98	Ny 6
1.31.	7 19	11 49	16 19	20 42.6	-20 20	1.414	-1.2	4.8	0.99	D 4
2.05.	7 22	12 04	16 48	21 17.6	-17 55	1.396	-1.4	4.8	1.00	D 2
2.10.	7 22	12 19	17 18	21 52.5	-14 54	1.360	-1.4	4.9	0.99	K 5
2.15.	7 19	12 34	17 50	22 26.9	-11 18	1.301	-1.3	5.2	0.95	K 9
2.20.	7 14	12 47	18 22	23 00.1	-7 15	1.216	-1.2	5.5	0.88	K 13
2.25.	7 06	12 57	18 50	23 30.2	-3 03	1.102	-1.0	6.1	0.74	K 16
3.02.	6 53	13 01	19 09	23 54.0	+0 47	0.967	-0.6	7.0	0.54	K 18
3.07.	6 35	12 53	19 13	0 07.8	+3 32	0.830	0.3	8.1	0.32	K 17
3.12.	6 11	12 34	18 56	0 08.9	+4 36	0.713	—	9.4	0.13	K 13
3.17.	5 45	12 03	18 20	23 58.6	+3 44	0.636	—	10.6	0.02	K 6
3.22.	5 20	11 28	17 34	23 43.1	+1 29	0.604	—	11.1	0.01	Ny 5
3.27.	4 59	10 56	16 52	23 30.6	-1 05	0.614	—	11.0	0.08	Ny 13
4.01.	4*44	10*33	16*21	23 25.8	-3 01	0.654	—	10.3	0.18	Ny 20
4.06.	4*32	10*17	16*03	23 29.5	-3 54	0.711	1.0	9.5	0.28	Ny 24
4.11.	4*22	10*09	15*56	23 40.3	-3 47	0.778	0.6	8.6	0.38	Ny 27
4.16.	4*14	10*06	15*58	23 56.4	-2 47	0.851	0.4	7.9	0.46	Ny 28
4.21.	4*07	10*06	16*06	0 16.7	-1 03	0.925	0.2	7.3	0.53	Ny 27
4.26.	4*01	10*10	16*21	0 40.3	+1 18	1.001	0.1	6.7	0.60	Ny 26
5.01.	3*55	10*18	16*41	1 06.8	+4 09	1.076	-0.1	6.3	0.68	Ny 23
5.06.	3*50	10*28	17*06	1 36.2	+7 25	1.149	-0.4	5.9	0.75	Ny 20
5.11.	3*47	10*41	17*36	2 08.9	+10 59	1.217	-0.7	5.5	0.83	Ny 16
5.16.	3*46	10*58	18*12	2 45.4	+14 42	1.274	-1.1	5.3	0.91	Ny 11
5.21.	3*49	11*19	18*52	3 25.9	+18 20	1.312	-1.7	5.1	0.97	Ny 6
5.26.	3*56	11*44	19*34	4 10.3	+21 32	1.321	—	5.1	1.00	É 1
5.31.	4*09	12*11	20*14	4 56.7	+23 55	1.295	-1.7	5.2	0.96	K 7
6.05.	4*27	12*37	20*47	5 42.4	+25 11	1.238	-1.1	5.4	0.88	K 12
6.10.	4*49	12*59	21*09	6 24.9	+25 22	1.160	-0.7	5.8	0.77	K 17
6.15.	5*12	13*17	21*21	7 02.7	+24 39	1.072	-0.3	6.3	0.66	K 21
6.20.	5*33	13*29	21*24	7 35.1	+23 16	0.982	0.0	6.9	0.56	K 24
6.25.	5*50	13*35	21*20	8 01.8	+21 29	0.894	0.3	7.5	0.47	K 25
6.30.	6*02	13*36	21*09	8 22.5	+19 30	0.812	0.6	8.3	0.38	K 26
7.05.	6*06	13*30	20*52	8 36.8	+17 33	0.737	1.0	9.1	0.30	K 25
7.10.	6*02	13*16	20*30	8 43.9	+15 51	0.672	—	10.0	0.21	K 22
7.15.	5*47	12*55	20*03	8 43.3	+14 38	0.621	—	10.8	0.12	K 18

dátum	kel h m	delel h m	nyugszik h m	RA h m	D ° '	Δ AU	m	ϕ "	fázis	E °
KÖZEI*				0 ^h UT-kor						
7.20.	5*22	12*27	19*32	8 35.3	+14 06	0.589	—	11.4	0.05	K 12
7.25.	4*47	11*54	19*01	8 22.1	+14 21	0.583	—	11.5	0.01	K 6
7.30.	4*10	11*21	18*33	8 08.5	+15 16	0.610	—	11.0	0.02	Ny 7
8.04.	3*36	10*54	18*13	8 00.5	+16 31	0.671	—	10.0	0.09	Ny 13
8.09.	3*13	10*37	18*03	8 02.4	+17 43	0.765	—	8.8	0.22	Ny 17
8.14.	3*03	10*32	18*01	8 16.0	+18 26	0.884	0.1	7.6	0.39	Ny 19
8.19.	3*09	10*38	18*06	8 40.6	+18 18	1.016	-0.6	6.6	0.58	Ny 18
8.24.	3*29	10*52	18*13	9 13.5	+17 03	1.144	-1.0	5.9	0.77	Ny 15
8.29.	3*58	11*09	18*18	9 50.8	+14 41	1.250	-1.3	5.4	0.91	Ny 10
9.03.	4*32	11*27	18*21	10 28.6	+11 28	1.325	-1.6	5.1	0.98	Ny 6
9.08.	5*06	11*44	18*20	11 04.9	+7 44	1.370	-1.7	4.9	1.00	É 2
9.13.	5*38	11*58	18*16	11 38.9	+3 48	1.390	-1.4	4.8	0.99	K 4
9.18.	6*08	12*10	18*11	12 10.9	-0 09	1.391	-0.9	4.8	0.97	K 8
9.23.	6*35	12*20	18*04	12 41.1	-3 59	1.376	-0.6	4.9	0.95	K 11
9.28.	7*00	12*30	17*57	13 10.0	-7 38	1.349	-0.4	5.0	0.92	K 15
10.03.	7*24	12*38	17*50	13 38.0	-11 02	1.310	-0.3	5.1	0.88	K 17
10.08.	7*46	12*45	17*43	14 05.1	-14 10	1.261	-0.2	5.3	0.84	K 20
10.13.	8*06	12*52	17*36	14 31.5	-16 57	1.201	-0.1	5.6	0.80	K 22
10.18.	8*24	12*57	17*29	14 56.8	-19 21	1.130	-0.1	6.0	0.74	K 23
10.23.	8*38	13*00	17*23	15 20.1	-21 16	1.047	-0.1	6.4	0.66	K 24
10.28.	8*45	13*00	17*15	15 39.9	-22 36	0.955	0.0	7.0	0.56	K 24
11.02.	8 41	12 53	17 05	15 53.2	-23 11	0.856	0.2	7.9	0.42	K 22
11.07.	8 19	12 34	16 49	15 55.4	-22 41	0.760	0.9	8.9	0.24	K 17
11.12.	7 34	12 00	16 26	15 42.1	-20 44	0.691	—	9.7	0.06	K 9
11.17.	6 33	11 15	15 59	15 17.6	-17 34	0.681	—	9.9	0.01	Ny 3
11.22.	5 43	10 38	15 34	14 58.8	-14 54	0.745	—	9.0	0.15	Ny 13
11.27.	5 19	10 18	15 17	14 56.8	-14 11	0.858	0.0	7.8	0.38	Ny 19
12.02.	5 17	10 12	15 06	15 09.5	-15 10	0.983	-0.4	6.8	0.58	Ny 20
12.07.	5 29	10 14	14 59	15 31.2	-16 59	1.098	-0.5	6.1	0.73	Ny 20
12.12.	5 46	10 21	14 56	15 57.8	-19 01	1.195	-0.5	5.6	0.82	Ny 18
12.17.	6 06	10 31	14 56	16 27.2	-20 55	1.274	-0.5	5.3	0.88	Ny 16
12.22.	6 27	10 43	14 59	16 58.5	-22 31	1.336	-0.5	5.0	0.93	Ny 14
12.27.	6 46	10 56	15 06	17 31.2	-23 41	1.382	-0.6	4.9	0.95	Ny 11
1.01.	7 04	11 10	15 16	18 04.9	-24 23	1.413	-0.7	4.8	0.97	Ny 9

* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Merkúr napközelben: 2.28.21^h 5.27.20^h 8.23.20^h 11.19.19^h

A Merkúr naptávolban: 1.15.21^h 4.13.21^h 7.10.20^h 10.06.19^h

A Merkúr földközelben: 3.23.03^h 0.6032 AU
7.23.11^h 0.5817 AU
11.15.05^h 0.6761 AU

Vénusz

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m			RA h m	D ° '	Δ AU	m	ø "	fázis	E °
	KÖZEI*			0 ^h UT-kor						
1.01.	8 36	12 54	17 13	19 50.4	-22 21	1.629	-3.9	10.2	0.97 K	15
1.06.	8 36	13 01	17 26	20 16.9	-21 10	1.615	-3.9	10.3	0.96 K	17
1.11.	8 35	13 07	17 40	20 42.9	-19 44	1.601	-3.9	10.4	0.96 K	18
1.16.	8 32	13 13	17 55	21 08.4	-18 03	1.586	-3.9	10.5	0.95 K	19
1.21.	8 28	13 18	18 10	21 33.3	-16 10	1.569	-3.9	10.6	0.94 K	20
1.26.	8 22	13 23	18 24	21 57.7	-14 06	1.552	-3.9	10.8	0.94 K	21
1.31.	8 16	13 27	18 39	22 21.6	-11 52	1.534	-3.9	10.9	0.93 K	22
2.05.	8 09	13 31	18 54	22 45.1	-9 31	1.515	-3.9	11.0	0.92 K	23
2.10.	8 01	13 34	19 08	23 08.1	-7 03	1.495	-3.9	11.2	0.91 K	25
2.15.	7 53	13 37	19 22	23 30.8	-4 31	1.474	-3.9	11.3	0.90 K	26
2.20.	7 44	13 40	19 36	23 53.3	-1 56	1.452	-3.9	11.5	0.89 K	27
2.25.	7 35	13 42	19 51	0 15.6	+0 41	1.429	-4.0	11.7	0.88 K	28
3.02.	7 26	13 45	20 05	0 37.9	+3 17	1.405	-4.0	11.9	0.87 K	29
3.07.	7 18	13 47	20 19	1 00.2	+5 52	1.380	-4.0	12.1	0.86 K	30
3.12.	7 09	13 50	20 33	1 22.6	+8 23	1.354	-4.0	12.3	0.85 K	31
3.17.	7 00	13 53	20 47	1 45.1	+10 50	1.326	-4.0	12.6	0.84 K	32
3.22.	6 53	13 56	21 01	2 07.9	+13 11	1.298	-4.0	12.9	0.82 K	33
3.27.	6 45	14 00	21 15	2 31.1	+15 24	1.268	-4.0	13.2	0.81 K	34
4.01.	6*38	14*03	21*29	2 54.5	+17 28	1.238	-4.0	13.5	0.80 K	36
4.06.	6*33	14*07	21*43	3 18.3	+19 21	1.206	-4.0	13.8	0.78 K	37
4.11.	6*28	14*12	21*57	3 42.4	+21 03	1.174	-4.0	14.2	0.76 K	38
4.16.	6*24	14*17	22*10	4 06.9	+22 30	1.140	-4.1	14.6	0.75 K	38
4.21.	6*22	14*22	22*22	4 31.7	+23 44	1.106	-4.1	15.1	0.73 K	39
4.26.	6*22	14*27	22*33	4 56.6	+24 42	1.070	-4.1	15.6	0.71 K	40
5.01.	6*23	14*32	22*43	5 21.7	+25 24	1.034	-4.1	16.1	0.69 K	41
5.06.	6*25	14*38	22*50	5 46.6	+25 49	0.997	-4.1	16.7	0.67 K	42
5.11.	6*30	14*43	22*56	6 11.4	+25 57	0.959	-4.1	17.4	0.65 K	43
5.16.	6*35	14*47	22*59	6 35.9	+25 49	0.920	-4.2	18.1	0.63 K	43
5.21.	6*42	14*52	23*01	6 59.9	+25 25	0.881	-4.2	18.9	0.61 K	44
5.26.	6*50	14*55	23*00	7 23.2	+24 46	0.841	-4.2	19.8	0.58 K	45
5.31.	6*58	14*58	22*57	7 45.7	+23 53	0.801	-4.2	20.8	0.56 K	45
6.05.	7*06	15*00	22*52	8 07.3	+22 47	0.761	-4.3	21.9	0.53 K	45
6.10.	7*15	15*00	22*45	8 27.8	+21 30	0.720	-4.3	23.2	0.51 K	45
6.15.	7*22	15*00	22*36	8 47.2	+20 04	0.680	-4.3	24.5	0.48 K	45
6.20.	7*29	14*58	22*26	9 05.3	+18 30	0.639	-4.4	26.1	0.45 K	45
6.25.	7*35	14*55	22*14	9 22.0	+16 50	0.599	-4.4	27.9	0.41 K	45
6.30.	7*39	14*50	22*00	9 37.2	+15 06	0.560	-4.4	29.8	0.38 K	44
7.05.	7*41	14*44	21*45	9 50.6	+13 20	0.521	-4.4	32.1	0.34 K	43
7.10.	7*41	14*35	21*28	10 02.0	+11 36	0.483	-4.5	34.6	0.31 K	41
7.15.	7*38	14*24	21*10	10 11.2	+9 54	0.447	-4.5	37.4	0.27 K	39

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m			RA h m	D ° ' "	Δ AU	m	ϕ "	fázis	E °
	KÖZEI*			0 ^h UT-kor						
7.20.	7*32	14*11	20*49	10 17.8	+8 20	0.412	-4.5	40.5	0.22	K 36
7.25.	7*22	13*55	20*26	10 21.5	+6 55	0.380	-4.5	43.9	0.18	K 33
7.30.	7*08	13*35	20*01	10 21.7	+5 44	0.352	-4.4	47.5	0.13	K 29
8.04.	6*48	13*11	19*34	10 18.3	+4 52	0.327	-4.3	51.0	0.09	K 24
8.09.	6*23	12*44	19*05	10 11.4	+4 23	0.308	-4.2	54.2	0.05	K 18
8.14.	5*54	12*15	18*35	10 01.4	+4 20	0.295	-4.1	56.6	0.02	K 12
8.19.	5*21	11*43	18*06	9 49.6	+4 41	0.288	-4.0	57.9	0.01	Ny 8
8.24.	4*46	11*12	17*37	9 37.6	+5 23	0.289	-4.0	57.7	0.01	Ny 10
8.29.	4*12	10*42	17*12	9 27.2	+6 17	0.298	-4.2	56.1	0.04	Ny 15
9.03.	3*41	10*15	16*50	9 19.9	+7 15	0.312	-4.3	53.4	0.07	Ny 21
9.08.	3*14	9*52	16*31	9 16.4	+8 09	0.333	-4.4	50.2	0.11	Ny 27
9.13.	2*52	9*34	16*16	9 16.9	+8 54	0.357	-4.5	46.7	0.16	Ny 32
9.18.	2*34	9*18	16*03	9 21.1	+9 25	0.386	-4.5	43.3	0.20	Ny 35
9.23.	2*20	9*06	15*52	9 28.6	+9 42	0.417	-4.6	40.1	0.24	Ny 38
9.28.	2*11	8*57	15*43	9 38.8	+9 44	0.450	-4.6	37.1	0.29	Ny 41
10.03.	2*05	8*50	15*35	9 51.3	+9 30	0.484	-4.5	34.5	0.33	Ny 43
10.08.	2*01	8*45	15*27	10 05.6	+9 01	0.520	-4.5	32.1	0.36	Ny 44
10.13.	2*01	8*41	15*20	10 21.3	+8 18	0.557	-4.5	30.0	0.40	Ny 45
10.18.	2*02	8*38	15*13	10 38.2	+7 21	0.594	-4.5	28.1	0.43	Ny 46
10.23.	2*06	8*36	15*06	10 56.0	+6 12	0.631	-4.4	26.4	0.46	Ny 46
10.28.	2*10	8*35	14*59	11 14.6	+4 52	0.669	-4.4	25.0	0.49	Ny 46
11.02.	2 16	8 34	14 52	11 33.7	+3 21	0.706	-4.4	23.6	0.52	Ny 46
11.07.	2 24	8 34	14 44	11 53.3	+1 42	0.744	-4.3	22.4	0.54	Ny 46
11.12.	2 32	8 35	14 37	12 13.4	-0 04	0.781	-4.3	21.4	0.57	Ny 46
11.17.	2 41	8 35	14 30	12 33.8	-1 56	0.819	-4.3	20.4	0.59	Ny 46
11.22.	2 50	8 37	14 22	12 54.7	-3 51	0.856	-4.3	19.5	0.61	Ny 45
11.27.	3 00	8 38	14 15	13 15.9	-5 49	0.892	-4.2	18.7	0.63	Ny 45
12.02.	3 11	8 40	14 08	13 37.5	-7 48	0.929	-4.2	18.0	0.65	Ny 44
12.07.	3 22	8 42	14 02	13 59.6	-9 46	0.964	-4.2	17.3	0.67	Ny 43
12.12.	3 34	8 45	13 56	14 22.1	-11 41	0.999	-4.2	16.7	0.69	Ny 42
12.17.	3 46	8 49	13 51	14 45.1	-13 31	1.034	-4.1	16.1	0.71	Ny 42
12.22.	3 58	8 52	13 46	15 08.5	-15 15	1.068	-4.1	15.6	0.72	Ny 41
12.27.	4 10	8 57	13 43	15 32.6	-16 52	1.102	-4.1	15.1	0.74	Ny 40
1.01.	4 23	9 02	13 40	15 57.1	-18 19	1.134	-4.1	14.7	0.76	Ny 39

* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Vénusz napközben: 4.20.06^h 12.01.05^h

A Vénusz naptávolban: 8.10.15^h

A Vénusz földközben: 8.20.19^h 0.2878 AU

Mars

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m			RA h m	D ° '	Δ AU	m	ϕ "	fázis	E °
	KÖZEI*			0 ^h UT-kor						
1.01.	0 34	6 13	11 52	13 10.7	-5 27	1.492	1.0	6.3	0.91	Ny 82
1.11.	0 21	5 52	11 23	13 28.8	-7 11	1.391	0.9	6.7	0.90	Ny 87
1.21.	0 05	5 30	10 54	13 45.8	-8 46	1.290	0.7	7.3	0.90	Ny 93
1.31.	23 46	5 06	10 24	14 01.4	-10 09	1.188	0.5	7.9	0.90	Ny 99
2.10.	23 26	4 40	9 53	14 15.3	-11 19	1.088	0.3	8.6	0.91	Ny 105
2.20.	23 02	4 13	9 21	14 27.0	-12 15	0.990	0.1	9.5	0.92	Ny 112
3.02.	22 34	3 42	8 47	14 35.7	-12 56	0.898	-0.2	10.4	0.93	Ny 120
3.12.	22 01	3 08	8 10	14 40.8	-13 21	0.811	-0.5	11.5	0.94	Ny 129
3.22.	21 23	2 29	7 31	14 41.4	-13 27	0.735	-0.8	12.8	0.96	Ny 139
4.01.	20*38	1*45	6*48	14 37.1	-13 15	0.670	-1.1	14.0	0.97	Ny 150
4.11.	19*46	0*57	6*02	14 27.9	-12 44	0.621	-1.3	15.1	0.99	Ny 162
4.21.	18*50	0*04	5*13	14 14.7	-11 57	0.590	-1.6	15.9	1.00	Ny 175
5.01.	17*52	23*05	4*23	13 59.9	-11 04	0.578	-1.6	16.2	1.00	K 171
5.11.	16*55	22*12	3*34	13 46.2	-10 16	0.586	-1.5	16.0	0.99	K 158
5.21.	16*04	21*23	2*47	13 36.0	-9 47	0.611	-1.3	15.3	0.97	K 146
5.31.	15*20	20*39	2*03	13 30.7	-9 42	0.650	-1.1	14.4	0.94	K 135
6.10.	14*42	20*00	1*22	13 30.6	-10 03	0.698	-0.9	13.4	0.92	K 126
6.20.	14*11	19*26	0*44	13 35.2	-10 49	0.752	-0.6	12.5	0.90	K 118
6.30.	13*46	18*55	0*08	13 44.0	-11 54	0.810	-0.5	11.6	0.89	K 111
7.10.	13*25	18*29	23*31	13 56.3	-13 15	0.871	-0.3	10.8	0.88	K 104
7.20.	13*09	18*05	23*00	14 11.7	-14 46	0.932	-0.1	10.1	0.87	K 99
7.30.	12*56	17*44	22*31	14 29.8	-16 24	0.993	0.0	9.4	0.86	K 94
8.09.	12*45	17*25	22*04	14 50.2	-18 04	1.053	0.1	8.9	0.86	K 90
8.19.	12*37	17*08	21*39	15 12.7	-19 42	1.113	0.2	8.4	0.86	K 85
8.29.	12*30	16*53	21*16	15 37.2	-21 13	1.171	0.3	8.0	0.86	K 82
9.08.	12*25	16*40	20*55	16 03.5	-22 35	1.228	0.4	7.6	0.86	K 78
9.18.	12*20	16*29	20*38	16 31.4	-23 44	1.284	0.5	7.3	0.86	K 75
9.28.	12*15	16*19	20*23	17 00.8	-24 34	1.339	0.5	7.0	0.87	K 72
10.08.	12*09	16*10	20*11	17 31.4	-25 05	1.393	0.6	6.7	0.87	K 69
10.18.	12*02	16*02	20*03	18 03.0	-25 12	1.447	0.7	6.5	0.88	K 67
10.28.	11*53	15*55	19*58	18 35.2	-24 54	1.500	0.7	6.2	0.88	K 64
11.07.	11 41	15 48	19 55	19 07.6	-24 11	1.553	0.8	6.0	0.89	K 61
11.17.	11 28	15 41	19 55	19 40.1	-23 02	1.606	0.8	5.8	0.90	K 59
11.27.	11 11	15 34	19 57	20 12.3	-21 28	1.659	0.9	5.6	0.90	K 56
12.07.	10 53	15 26	20 00	20 44.1	-19 32	1.712	0.9	5.5	0.91	K 54
12.17.	10 33	15 18	20 03	21 15.2	-17 15	1.766	1.0	5.3	0.92	K 51
12.27.	10 12	15 09	20 07	21 45.6	-14 42	1.820	1.0	5.1	0.92	K 49

*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Mars napközelben: 11.25.13^h

A Mars földközelben: 5.01.17^h 0.5785 AU

A Mars centrálmeridiánjának hosszúsága (fok)

nap 0 ^h UT	hónap											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	105	169	266	344	79	164	246	310	11	79	136	202
2.	95	159	257	335	71	155	236	301	1	69	127	192
3.	85	150	248	326	62	146	227	291	351	60	117	182
4.	76	140	238	317	53	137	218	281	341	50	107	172
5.	66	131	229	308	44	128	208	272	332	40	97	162
6.	57	121	220	299	36	118	199	262	322	30	87	152
7.	47	112	211	290	27	109	189	252	312	21	78	143
8.	37	103	201	281	18	100	180	243	303	11	68	133
9.	28	93	192	272	9	91	170	233	293	1	58	123
10.	18	84	183	264	1	82	161	223	283	351	48	113
11.	9	74	174	255	352	73	151	214	274	342	38	103
12.	359	65	165	246	343	63	142	204	264	332	29	93
13.	350	56	156	237	334	54	132	194	254	322	19	83
14.	340	46	146	228	325	45	123	185	244	312	9	73
15.	330	37	137	220	316	36	113	175	235	303	359	63
16.	321	27	128	211	308	26	103	165	225	293	349	54
17.	311	18	119	202	299	17	94	156	215	283	340	44
18.	302	9	110	193	290	8	84	146	206	273	330	34
19.	292	359	101	184	281	358	75	136	196	264	320	24
20.	283	350	92	176	272	349	65	127	186	254	310	14
21.	273	341	83	167	263	340	56	117	176	244	300	4
22.	264	331	74	158	254	330	46	107	167	234	290	354
23.	254	322	64	149	245	321	37	98	157	224	281	344
24.	245	313	55	141	236	312	27	88	147	215	271	334
25.	235	303	46	132	227	302	17	78	137	205	261	324
26.	226	294	37	123	218	293	8	69	128	195	251	314
27.	216	285	28	114	209	284	358	59	118	185	241	304
28.	207	275	19	106	200	274	349	49	108	176	231	295
29.	197		10	97	191	265	339	40	99	166	221	285
30.	188		1	88	182	255	329	30	89	156	212	275
31.	178		353		173		320	20		146		265

A centrálmeridián hosszúságváltozása

óra	°	óra	°	óra	°
1	14.6	9	131.4	17	248.3
2	29.2	10	146.0	18	262.9
3	43.8	11	160.6	19	277.5
4	58.4	12	175.2	20	292.1
5	73.0	13	189.9	21	306.7
6	87.6	14	204.5	22	321.3
7	102.2	15	219.1	23	335.9
8	116.8	16	233.7	24	350.5

Jupiter

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m			RA h m	D ° '	Δ AU	m	ø "	E °
	KÖZEI*			0 ^h UT-kor					
1.01.	10 50	16 33	22 17	23 32.3	-4 20	5.174	-2.3	38.1	K 72
1.11.	10 13	16 00	21 47	23 38.1	-3 41	5.320	-2.2	37.1	K 63
1.21.	9 37	15 27	21 17	23 44.6	-2 57	5.456	-2.2	36.1	K 55
1.31.	9 01	14 55	20 48	23 51.7	-2 09	5.579	-2.2	35.3	K 47
2.10.	8 26	14 23	20 20	23 59.4	-1 18	5.687	-2.1	34.7	K 39
2.20.	7 51	13 52	19 53	0 07.4	-0 25	5.777	-2.1	34.1	K 31
3.02.	7 16	13 21	19 26	0 15.8	+0 31	5.850	-2.1	33.7	K 23
3.12.	6 41	12 50	18 59	0 24.5	+1 27	5.903	-2.1	33.4	K 15
3.22.	6 06	12 20	18 33	0 33.3	+2 24	5.937	-2.1	33.2	K 8
4.01.	5 32	11 49	18 07	0 42.2	+3 21	5.950	-2.1	33.1	D 1
4.11.	4 57	11 19	17 40	0 51.1	+4 18	5.943	-2.0	33.2	Ny 7
4.21.	4 23	10 48	17 14	1 00.0	+5 13	5.916	-2.1	33.3	Ny 15
5.01.	3 48	10 18	16 47	1 08.7	+6 07	5.870	-2.1	33.6	Ny 22
5.11.	3 14	9 47	16 20	1 17.3	+6 58	5.805	-2.1	34.0	Ny 29
5.21.	2 39	9 16	15 53	1 25.6	+7 47	5.723	-2.1	34.4	Ny 37
5.31.	2 04	8 44	15 25	1 33.5	+8 32	5.624	-2.1	35.1	Ny 44
6.10.	1 29	8 12	14 56	1 41.0	+9 14	5.511	-2.2	35.8	Ny 52
6.20.	0 54	7 40	14 27	1 48.0	+9 52	5.386	-2.2	36.6	Ny 60
6.30.	0 18	7 07	13 56	1 54.3	+10 25	5.249	-2.3	37.6	Ny 68
7.10.	23 39	6 33	13 24	1 59.9	+10 54	5.105	-2.3	38.6	Ny 76
7.20.	23 02	5 59	12 52	2 04.7	+11 17	4.954	-2.4	39.8	Ny 84
7.30.	22 25	5 23	12 17	2 08.4	+11 34	4.802	-2.5	41.1	Ny 93
8.09.	21 47	4 46	11 41	2 11.0	+11 46	4.651	-2.5	42.4	Ny 101
8.19.	21 09	4 08	11 04	2 12.5	+11 51	4.504	-2.6	43.8	Ny 111
8.29.	20 30	3 29	10 24	2 12.7	+11 49	4.367	-2.7	45.1	Ny 120
9.08.	19 50	2 49	9 43	2 11.6	+11 41	4.243	-2.7	46.5	Ny 130
9.18.	19 10	2 07	9 01	2 09.3	+11 27	4.137	-2.8	47.7	Ny 141
9.28.	18 28	1 24	8 16	2 05.8	+11 08	4.053	-2.9	48.6	Ny 151
10.08.	17 47	0 41	7 31	2 01.5	+10 43	3.995	-2.9	49.3	Ny 162
10.18.	17 04	23 52	6 44	1 56.5	+10 16	3.966	-2.9	49.7	Ny 173
10.28.	16 22	23 08	5 58	1 51.4	+9 49	3.967	-2.9	49.7	K 175
11.07.	15 40	22 23	5 12	1 46.4	+9 22	3.999	-2.9	49.3	K 164
11.17.	14 58	21 40	4 26	1 42.0	+8 59	4.061	-2.9	48.5	K 153
11.27.	14 16	20 57	3 42	1 38.4	+8 41	4.149	-2.8	47.5	K 142
12.07.	13 36	20 15	2 59	1 36.0	+8 30	4.261	-2.7	46.3	K 131
12.17.	12 55	19 35	2 19	1 34.8	+8 26	4.392	-2.7	44.9	K 120
12.27.	12 16	18 56	1 40	1 34.9	+8 30	4.537	-2.6	43.5	K 110

* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Jupiter napközelben: 5.20.10^h

A Jupiter földközelben: 10.22.14^h 3.9629 AU

A Jupiter centrálmeridiánjának hosszúsága (fok) I. rsz.

nap 0 ^h UT	hónap											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	115	323	56	263	314	163	217	70	286	347	206	265
2.	273	120	214	61	111	321	14	228	84	145	4	63
3.	71	278	12	219	269	119	172	26	242	303	162	221
4.	228	76	169	16	67	276	330	184	40	101	320	19
5.	26	233	327	174	224	74	128	342	198	259	118	177
6.	184	31	125	332	22	232	286	140	356	57	276	335
7.	341	189	282	129	180	30	83	298	154	215	74	133
8.	139	346	80	287	338	187	241	96	312	13	232	291
9.	297	144	238	85	135	345	39	253	110	171	30	88
10.	94	301	35	242	293	143	197	51	268	329	188	246
11.	252	99	193	40	91	301	355	209	66	127	346	44
12.	50	257	350	198	248	98	153	7	224	286	144	202
13.	207	54	148	355	46	256	311	165	22	84	302	0
14.	5	212	306	153	204	54	108	323	180	242	100	158
15.	163	10	103	311	2	212	266	121	338	40	258	316
16.	320	167	261	108	159	10	64	279	137	198	56	113
17.	118	325	59	266	317	167	222	77	295	356	214	271
18.	276	122	216	64	115	325	20	235	93	154	12	69
19.	73	280	14	221	272	123	178	33	251	312	170	227
20.	231	78	172	19	70	281	336	191	49	110	328	25
21.	29	235	329	177	228	78	133	349	207	268	126	183
22.	186	33	127	334	26	236	291	147	5	66	284	340
23.	344	191	285	132	183	34	89	305	163	224	82	138
24.	142	348	82	290	341	192	247	103	321	22	240	296
25.	299	146	240	87	139	350	45	261	119	180	38	94
26.	97	304	37	245	297	147	203	59	277	338	196	252
27.	254	101	195	43	94	305	1	217	75	136	354	50
28.	52	259	353	201	252	103	159	15	233	294	152	207
29.	210		150	358	50	261	316	172	31	92	309	5
30.	7		308	156	208	59	114	330	189	250	107	163
31.	165		106		5		272	128		48		321

A centrálmeridián hosszúságváltozása (fok)

óra	perc					
	0	10	20	30	40	50
0	0.0	6.1	12.2	18.3	24.4	30.5
1	36.6	42.7	48.8	54.9	61.0	67.1
2	73.2	79.3	85.4	91.5	97.5	103.6
3	109.7	115.8	121.9	128.0	134.1	140.2
4	146.3	152.4	158.5	164.6	170.7	176.8
5	182.9	189.0	195.1	201.2	207.3	213.4
6	219.5	225.6	231.7	237.8	243.9	250.0
7	256.1	262.2	268.3	274.4	280.5	286.6
8	292.7	298.8	304.9	311.0	317.0	323.1
9	329.2	335.3	341.4	347.5	353.6	359.7

A Jupiter centrálmeridiánjának hosszúsága (fok) II. rsz.

nap 0 ^h UT	hónap											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	1	331	211	182	3	336	161	138	117	309	292	122
2.	151	121	1	332	153	126	311	288	268	100	82	272
3.	301	271	152	122	303	276	101	78	58	250	233	63
4.	91	61	302	272	93	66	251	229	209	40	23	213
5.	241	211	92	62	244	217	41	19	359	191	173	3
6.	31	1	242	212	34	7	192	169	149	341	324	153
7.	181	151	32	2	184	157	342	319	300	132	114	304
8.	331	301	182	152	334	307	132	110	90	282	264	94
9.	121	91	332	302	124	97	282	260	240	72	55	244
10.	271	241	122	92	274	247	72	50	31	223	205	34
11.	61	31	272	242	64	37	223	201	181	13	356	185
12.	211	181	62	32	214	188	13	351	332	164	146	335
13.	1	331	212	182	4	338	163	141	122	314	296	125
14.	151	121	2	332	154	128	313	292	272	105	87	275
15.	301	271	152	122	304	278	104	82	63	255	237	66
16.	91	61	302	272	94	68	254	232	213	45	27	216
17.	241	211	92	62	245	218	44	22	4	196	178	6
18.	31	1	242	213	35	8	194	173	154	346	328	156
19.	181	151	32	3	185	159	344	323	304	137	118	306
20.	331	301	182	153	335	309	135	113	95	287	269	97
21.	121	91	332	303	125	99	285	264	245	77	59	247
22.	271	241	122	93	275	249	75	54	35	228	209	37
23.	61	31	272	243	65	39	225	204	186	18	0	187
24.	211	181	62	33	215	189	16	355	336	169	150	337
25.	1	331	212	183	5	340	166	145	127	319	300	128
26.	151	121	2	333	155	130	316	295	277	109	91	278
27.	301	271	152	123	306	280	106	86	68	260	241	68
28.	91	61	302	273	96	70	257	236	218	50	31	218
29.	241		92	63	246	220	47	26	8	201	181	8
30.	31		242	213	36	11	197	177	159	351	332	158
31.	181		32		186		347	327		141		309

A centrálmeridián hosszúságváltozása (fok)

óra	0	10	20	30	40	50
0	0.0	6.0	12.1	18.1	24.2	30.2
1	36.3	42.3	48.4	54.4	60.5	66.5
2	72.5	78.5	84.6	90.6	96.7	102.7
3	108.8	114.8	120.9	126.9	133.0	139.0
4	145.1	151.1	157.2	163.2	169.3	175.3
5	181.3	187.3	193.4	199.4	205.5	211.5
6	217.6	223.6	229.7	235.7	241.8	247.8
7	253.8	259.8	265.9	271.9	278.0	284.0
8	290.1	296.1	302.2	308.2	314.3	320.3
9	326.4	332.4	338.5	343.5	349.6	355.6

Szaturnusz

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m			RA h m	D ° '	Δ AU	m	ϕ "	b "	E °
	KÖZEI*			0 ^h UT-kor						
1.01.	12 06	18 43	1 25	1 43.1	+7 57	8.940	0.4	18.6	-12.5	K 107
1.11.	11 27	18 05	0 46	1 43.5	+8 02	9.102	0.4	18.3	-12.4	K 97
1.21.	10 48	17 26	0 09	1 44.6	+8 12	9.268	0.5	17.9	-12.2	K 87
1.31.	10 09	16 49	23 29	1 46.4	+8 25	9.432	0.5	17.6	-12.2	K 77
2.10.	9 31	16 12	22 53	1 48.8	+8 41	9.590	0.5	17.3	-12.2	K 68
2.20.	8 53	15 36	22 18	1 51.8	+9 00	9.738	0.5	17.1	-12.3	K 58
3.02.	8 16	15 00	21 44	1 55.2	+9 22	9.872	0.5	16.8	-12.4	K 49
3.12.	7 39	14 24	21 10	1 59.1	+9 45	9.989	0.5	16.6	-12.6	K 40
3.22.	7 02	13 49	20 37	2 03.3	+10 09	10.086	0.5	16.5	-12.8	K 31
4.01.	6*25	13*14	20*04	2 07.9	+10 35	10.161	0.4	16.4	-13.0	K 23
4.11.	5*48	12*40	19*32	2 12.6	+11 00	10.213	0.4	16.3	-13.3	K 14
4.21.	5*12	12*05	18*59	2 17.4	+11 26	10.241	0.3	16.2	-13.5	K 6
5.01.	4*35	11*31	18*27	2 22.3	+11 51	10.245	0.3	16.2	-13.8	D 4
5.11.	3*59	10*56	17*54	2 27.3	+12 16	10.225	0.3	16.3	-14.2	Ny 12
5.21.	3*23	10*22	17*21	2 32.1	+12 39	10.180	0.4	16.3	-14.5	Ny 20
5.31.	2*46	9*47	16*48	2 36.8	+13 01	10.113	0.4	16.4	-14.8	Ny 28
6.10.	2*10	9*13	16*15	2 41.3	+13 21	10.025	0.4	16.6	-15.2	Ny 37
6.20.	1*33	8*37	15*42	2 45.6	+13 39	9.916	0.4	16.8	-15.6	Ny 45
6.30.	0*57	8*02	15*07	2 49.4	+13 55	9.791	0.4	17.0	-16.0	Ny 54
7.10.	0*20	7*26	14*33	2 52.9	+14 09	9.651	0.3	17.2	-16.3	Ny 62
7.20.	23*39	6*50	13*57	2 55.9	+14 20	9.499	0.3	17.5	-16.8	Ny 71
7.30.	23*01	6*13	13*21	2 58.3	+14 28	9.339	0.3	17.8	-17.1	Ny 80
8.09.	22*23	5*35	12*44	3 00.1	+14 34	9.175	0.3	18.1	-17.5	Ny 89
8.19.	21*45	4*57	12*06	3 01.3	+14 36	9.010	0.2	18.4	-17.8	Ny 99
8.29.	21*06	4*18	11*27	3 01.7	+14 36	8.849	0.2	18.8	-18.2	Ny 108
9.08.	20*26	3*39	10*47	3 01.5	+14 32	8.697	0.1	19.1	-18.4	Ny 118
9.18.	19*47	2*58	10*06	3 00.6	+14 26	8.558	0.0	19.4	-18.6	Ny 128
9.28.	19*06	2*17	9*24	2 59.0	+14 18	8.437	0.0	19.7	-18.8	Ny 138
10.08.	18*26	1*36	8*42	2 56.8	+14 07	8.338	-0.1	19.9	-18.9	Ny 148
10.18.	17*45	0*54	7*59	2 54.2	+13 54	8.264	-0.1	20.1	-18.9	Ny 159
10.28.	17*04	0*12	7*16	2 51.2	+13 41	8.220	-0.2	20.2	-18.8	Ny 169
11.07.	16 22	23 25	6 32	2 48.1	+13 27	8.206	-0.2	20.3	-18.7	Ny 177
11.17.	15 41	22 43	5 49	2 44.9	+13 13	8.223	-0.2	20.2	-18.4	K 168
11.27.	15 00	22 00	5 05	2 41.9	+13 01	8.271	-0.1	20.1	-18.1	K 158
12.07.	14 19	21 18	4 23	2 39.3	+12 50	8.348	0.0	19.9	-17.8	K 147
12.17.	13 38	20 37	3 41	2 37.2	+12 43	8.451	0.0	19.7	-17.5	K 136
12.27.	12 57	19 56	2 59	2 35.6	+12 38	8.576	0.1	19.4	-17.2	K 126

* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Szaturnusz földközelen:

11.06.12^h 8.2057 AU

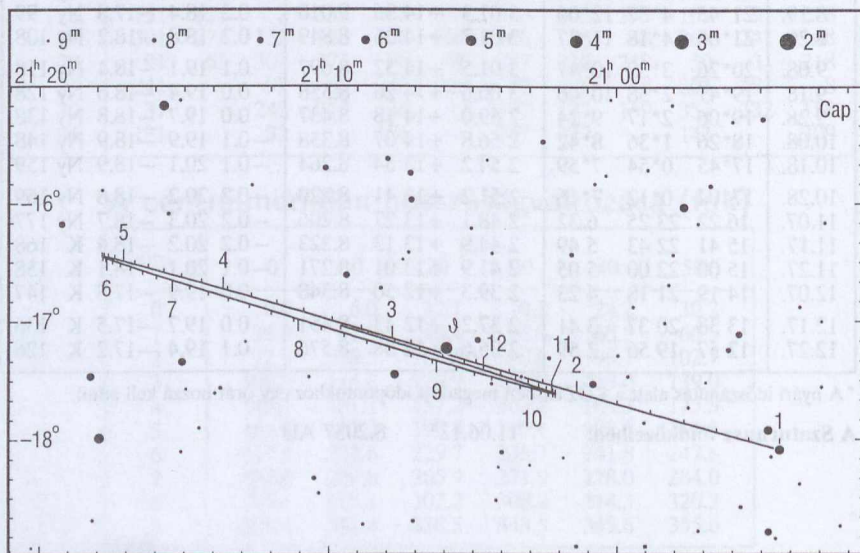
Uránusz

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m	RA h m	D ° '	Δ AU	m	ϕ "	E °
KÖZEI*		0 ^h UT-kor					
1.01.	9 16 13 56 18 35	20 54.4	-18 05	20.724	5.9	3.4	K 31
1.21.	8 00 12 41 17 22	20 58.8	-17 47	20.851	5.9	3.4	K 12
2.10.	6 45 11 27 16 10	21 03.5	-17 27	20.868	5.9	3.4	Ny 8
3.02.	5 29 10 13 14 58	21 08.0	-17 08	20.774	5.9	3.4	Ny 27
3.22.	4 13 8 59 13 44	21 12.0	-16 51	20.579	5.9	3.4	Ny 46
4.11.	2*56 7*43 12*30	21 15.1	-16 38	20.307	5.8	3.5	Ny 65
5.01.	1*39 6*26 11*14	21 17.1	-16 29	19.987	5.8	3.5	Ny 84
5.21.	0*21 5*08 9*56	21 17.8	-16 27	19.654	5.8	3.6	Ny 103
6.10.	22*58 3*49 8*37	21 17.3	-16 30	19.346	5.7	3.6	Ny 122
6.30.	21*38 2*29 7*16	21 15.5	-16 39	19.099	5.7	3.7	Ny 142
7.20.	20*18 1*08 5*53	21 12.9	-16 51	18.942	5.7	3.7	Ny 161
8.09.	18*57 23*42 4*30	21 09.8	-17 05	18.896	5.7	3.7	K 179
8.29.	17*37 22*20 3*08	21 06.7	-17 18	18.967	5.7	3.7	K 159
9.18.	16*16 20*59 1*45	21 04.1	-17 29	19.148	5.7	3.7	K 139
10.08.	14*57 19*39 0*25	21 02.5	-17 35	19.417	5.8	3.6	K 119
10.28.	13*38 18*20 23*02	21 02.2	-17 36	19.742	5.8	3.6	K 99
11.17.	12 20 17 02 21 45	21 03.2	-17 32	20.086	5.8	3.5	K 79
12.07.	11 03 15 46 20 29	21 05.4	-17 21	20.407	5.9	3.5	K 59
12.27.	9 46 14 31 19 15	21 08.8	-17 06	20.669	5.9	3.4	K 40

* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Uránusz földközeli:

8.06.22^h 18.8952 AU

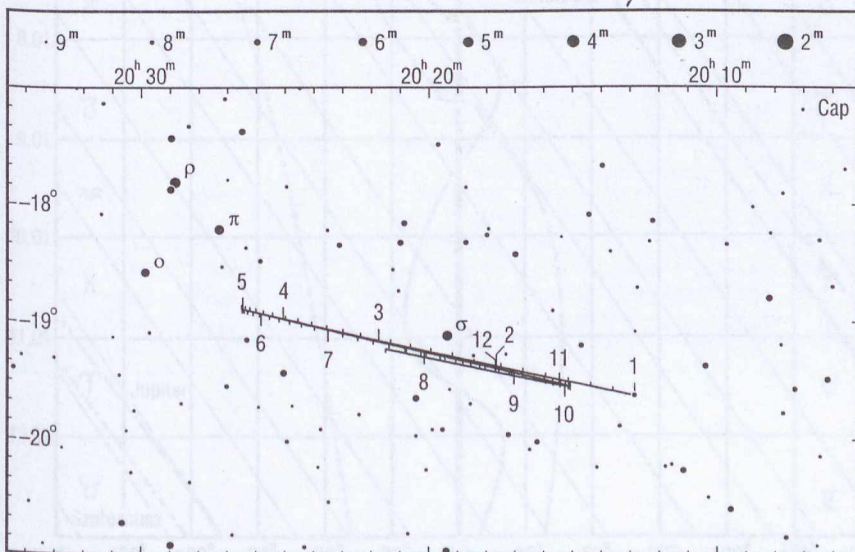


Neptunusz

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m			RA h m	D ° '	Δ AU	m	ϕ "	E °
	KÖZEI*					0 ^h UT-kor			
1.01.	8 43	13 14	17 46	20 12.8	-19 38	31.049	8.0	2.2	K 21
1.21.	7 26	11 59	16 31	20 15.9	-19 28	31.116	8.0	2.2	K 1
2.10.	6 10	10 43	15 16	20 19.0	-19 18	31.067	8.0	2.2	Ny 18
3.02.	4 53	9 27	14 01	20 21.9	-19 09	30.909	8.0	2.2	Ny 38
3.22.	3 36	8 11	12 46	20 24.2	-19 01	30.660	8.0	2.2	Ny 57
4.11.	2*19	6*54	11*29	20 25.8	-18 56	30.348	7.9	2.3	Ny 76
5.01.	1*00	5*36	10*11	20 26.5	-18 53	30.010	7.9	2.3	Ny 96
5.21.	23*38	4*17	8*52	20 26.3	-18 54	29.683	7.9	2.3	Ny 115
6.10.	22*18	2*57	7*32	20 25.3	-18 58	29.406	7.9	2.3	Ny 135
6.30.	20*59	1*37	6*11	20 23.6	-19 03	29.209	7.9	2.3	Ny 154
7.20.	19*38	0*16	4*50	20 21.5	-19 11	29.116	7.8	2.3	Ny 174
8.09.	18*18	22*51	3*29	20 19.3	-19 18	29.138	7.8	2.3	K 167
8.29.	16*58	21*31	2*07	20 17.3	-19 25	29.274	7.9	2.3	K 147
9.18.	15*39	20*11	0*47	20 15.8	-19 30	29.507	7.9	2.3	K 127
10.08.	14*20	18*51	23*23	20 15.1	-19 33	29.811	7.9	2.3	K 107
10.28.	13*01	17*33	22*05	20 15.3	-19 33	30.149	7.9	2.3	K 88
11.17.	11 43	16 16	20 48	20 16.4	-19 30	30.483	7.9	2.2	K 68
12.07.	10 26	14 59	19 32	20 18.3	-19 24	30.772	8.0	2.2	K 48
12.27.	9 09	13 43	18 16	20 20.9	-19 15	30.984	8.0	2.2	K 28

* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Neptunusz földközeli: 7.26.04^h 29.1105 AU



Plútó

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m KÖZEI*			RA h m s	D ° ' "	Δ AU 0 ^h UT-kor	m	ϕ "	E °
1.01.	4 23	9 39	14 54	16 36 47	-10 33 46	30.943	13.8	0.1	Ny 33
1.21.	3 07	8 22	13 38	16 39 18	-10 35 45	30.727	13.8	0.1	Ny 52
2.10.	1 50	7 06	12 21	16 41 09	-10 34 33	30.439	13.8	0.1	Ny 71
3.02.	0 32	5 48	11 04	16 42 11	-10 30 36	30.113	13.8	0.1	Ny 90
3.22.	23 09	4 29	9 46	16 42 19	-10 24 44	29.787	13.8	0.1	Ny 110
4.11.	21*49	3*10	8*27	16 41 35	-10 17 57	29.503	13.7	0.1	Ny 129
5.01.	20*29	1*50	7*07	16 40 07	-10 11 25	29.293	13.7	0.1	Ny 148
5.21.	19*08	0*29	5*47	16 38 09	-10 06 15	29.182	13.7	0.1	Ny 165
6.10.	17*47	23*05	4*27	16 36 00	-10 03 24	29.185	13.7	0.1	K 165
6.30.	16*26	21*44	3*06	16 33 59	-10 03 30	29.299	13.7	0.1	K 148
7.20.	15*06	20*24	1*46	16 32 24	-10 06 52	29.512	13.7	0.1	K 130
8.09.	13*47	19*04	0*25	16 31 30	-10 13 23	29.798	13.8	0.1	K 111
8.29.	12*29	17*46	23*02	16 31 24	-10 22 33	30.127	13.8	0.1	K 92
9.18.	11*12	16*28	21*43	16 32 11	-10 33 37	30.460	13.8	0.1	K 74
10.08.	9*56	15*11	20*25	16 33 47	-10 45 36	30.762	13.8	0.1	K 55
10.28.	8*41	13*54	19*08	16 36 04	-10 57 26	30.999	13.9	0.1	K 36
11.17.	7 26	12 39	17 52	16 38 52	-11 08 07	31.144	13.9	0.1	K 19
12.07.	6 11	11 23	16 35	16 41 55	-11 16 45	31.181	13.9	0.1	Ny 12
12.27.	4 55	10 07	15 19	16 44 55	-11 22 40	31.105	13.9	0.1	Ny 26

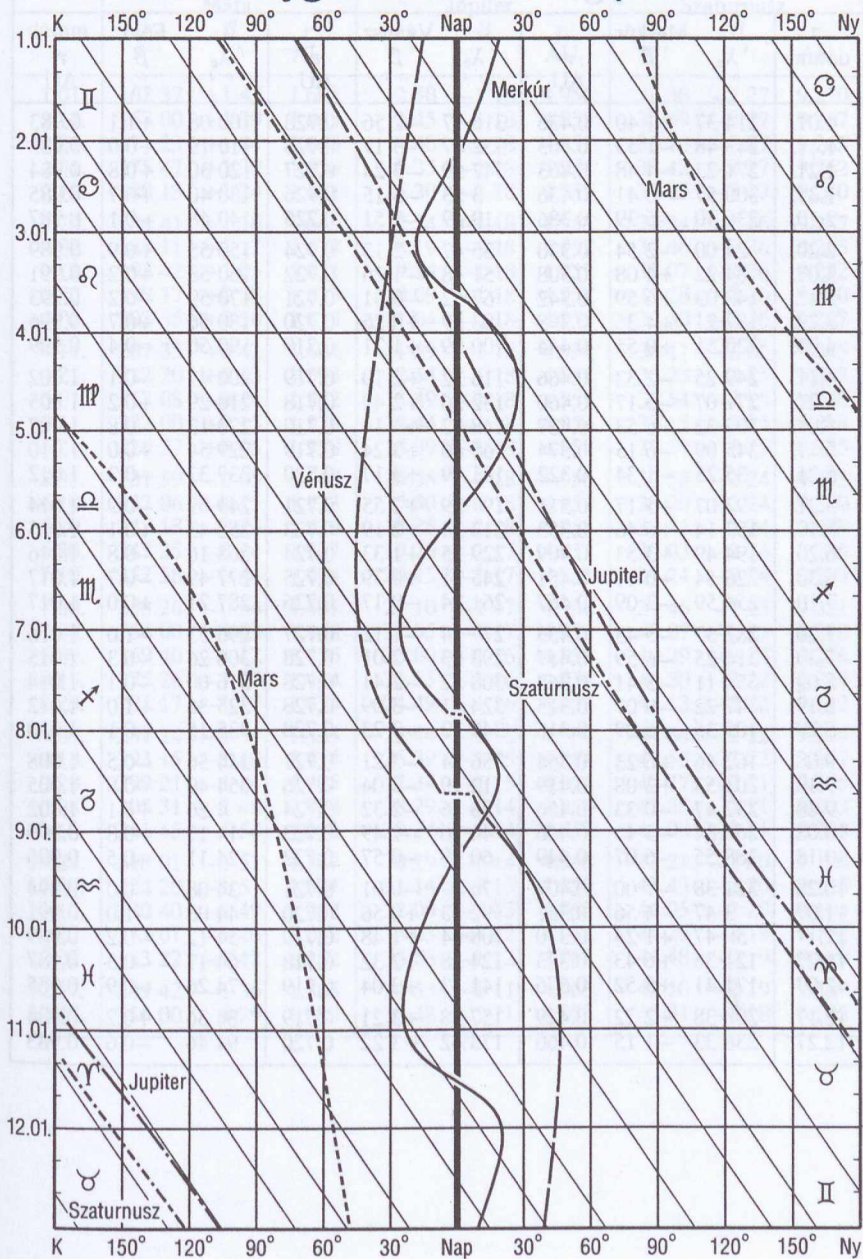
* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Plútó földközeli:

5.30.14^h 29.1693 AU



A bolygók kitérése a Naptól



A bolygók ekliptikai koordinátái

dátum	Merkúr			Vénusz			Föld		
	λ_e ° '	β ° '	r AU	λ_e ° '	β ° '	r AU	λ_e ° '	β ''	r AU
1.01.	214 37	+1 40	0.436	316 17	-2 56	0.728	100 08	+1.1	0.983
1.11.	243 48	-1 53	0.463	332 07	-3 17	0.728	110 19	+0.0	0.983
1.21.	271 23	-4 48	0.463	347 59	-3 24	0.727	120 30	+0.8	0.984
1.31.	300 57	-6 41	0.436	3 53	-3 15	0.726	130 40	+0.7	0.985
2.10.	336 40	-6 39	0.386	19 49	-2 51	0.725	140 48	-0.1	0.987
2.20.	24 00	-2 54	0.330	35 47	-2 13	0.724	150 55	+0.9	0.989
3.02.	84 22	+4 08	0.308	51 48	-1 26	0.722	160 58	+0.2	0.991
3.12.	143 03	+6 59	0.342	67 52	-0 31	0.721	170 59	-0.2	0.993
3.22.	187 21	+4 36	0.398	83 59	+0 26	0.720	180 56	+0.7	0.996
4.01.	220 51	+0 55	0.444	100 09	+1 21	0.719	190 50	-0.4	0.999
4.11.	249 25	-2 32	0.466	116 22	+2 10	0.719	200 41	-0.1	1.002
4.21.	277 07	-5 17	0.460	132 36	+2 49	0.718	210 29	+0.2	1.005
5.01.	307 32	-6 53	0.427	148 52	+3 14	0.719	220 13	-0.8	1.007
5.11.	345 09	-6 15	0.374	165 06	+3 24	0.719	229 54	+0.0	1.010
5.21.	35 25	-1 34	0.322	181 19	+3 17	0.720	239 33	-0.3	1.012
5.31.	97 07	+5 17	0.311	197 29	+2 55	0.721	249 09	-0.9	1.014
6.10.	153 14	+6 46	0.353	213 34	+2 19	0.723	258 43	+0.1	1.015
6.20.	194 49	+3 53	0.409	229 35	+1 33	0.724	268 16	-0.8	1.016
6.30.	226 54	+0 11	0.451	245 31	+0 39	0.725	277 49	-0.7	1.017
7.10.	254 59	-3 09	0.467	261 24	-0 17	0.726	287 21	+0.0	1.017
7.20.	282 57	-5 43	0.455	277 14	-1 12	0.727	296 53	-1.0	1.016
7.30.	314 25	-6 59	0.417	293 03	-2 01	0.728	306 26	-0.3	1.015
8.09.	354 11	-5 41	0.362	308 52	-2 41	0.728	316 00	-0.1	1.014
8.19.	47 22	-0 07	0.315	324 41	-3 09	0.728	325 36	-1.0	1.012
8.29.	109 35	+6 09	0.316	340 32	-3 23	0.728	335 15	+0.1	1.010
9.08.	162 46	+6 23	0.364	356 24	-3 21	0.727	344 56	-0.5	1.008
9.18.	201 53	+3 08	0.419	12 19	-3 04	0.726	354 40	-0.8	1.005
9.28.	232 47	-0 33	0.456	28 16	-2 32	0.724	4 26	+0.1	1.002
10.08.	260 34	-3 45	0.466	44 16	-1 49	0.723	14 17	-0.8	0.999
10.18.	288 55	-6 07	0.449	60 19	-0 57	0.722	24 11	-0.5	0.996
10.28.	321 38	-7 00	0.407	76 24	-0 01	0.721	34 08	-0.0	0.994
11.07.	3 47	-4 56	0.351	92 33	+0 56	0.720	44 08	-1.0	0.991
11.17.	59 47	+1 24	0.310	108 44	+1 48	0.719	54 12	-0.2	0.989
11.27.	121 36	+6 43	0.323	124 58	+2 32	0.718	64 17	-0.3	0.987
12.07.	171 41	+5 52	0.376	141 13	+3 04	0.719	74 26	-0.9	0.985
12.17.	208 38	+2 22	0.429	157 28	+3 21	0.719	84 36	+0.2	0.984
12.27.	238 33	-1 15	0.460	173 42	+3 22	0.720	94 46	-0.6	0.983

dátum	Mars			Jupiter			Szaturnusz		
	λ_e ° ' "	β ° ' "	r AU	λ_e ° ' "	β ° ' "	r AU	λ_e ° ' "	β ° ' "	r AU
1.01.	162 37	+1 42	1.665	2 50	-1 18	4.956	32 38	-2 27	9.270
1.11.	167 00	+1 39	1.663	3 45	-1 18	4.955	32 59	-2 27	9.267
1.21.	171 23	+1 34	1.660	4 40	-1 18	4.955	33 20	-2 27	9.265
1.31.	175 47	+1 30	1.656	5 35	-1 18	4.954	33 42	-2 27	9.262
2.10.	180 13	+1 24	1.651	6 30	-1 18	4.953	34 03	-2 27	9.260
2.20.	184 41	+1 18	1.645	7 24	-1 18	4.953	34 24	-2 26	9.257
3.02.	189 11	+1 12	1.638	8 19	-1 18	4.952	34 46	-2 26	9.255
3.12.	193 42	+1 05	1.631	9 14	-1 18	4.952	35 07	-2 26	9.252
3.22.	198 17	+0 58	1.623	10 09	-1 18	4.952	35 28	-2 26	9.250
4.01.	202 55	+0 50	1.613	11 04	-1 18	4.951	35 50	-2 26	9.247
4.11.	207 35	+0 42	1.604	11 59	-1 18	4.951	36 11	-2 26	9.245
4.21.	212 20	+0 33	1.593	12 54	-1 18	4.951	36 33	-2 25	9.242
5.01.	217 08	+0 24	1.582	13 49	-1 18	4.951	36 54	-2 25	9.240
5.11.	222 00	+0 15	1.570	14 44	-1 18	4.950	37 15	-2 25	9.238
5.21.	226 57	+0 05	1.558	15 39	-1 18	4.950	37 37	-2 25	9.235
5.31.	231 59	-0 05	1.545	16 35	-1 18	4.950	37 58	-2 24	9.233
6.10.	237 06	-0 15	1.533	17 30	-1 18	4.951	38 20	-2 24	9.230
6.20.	242 18	-0 24	1.520	18 25	-1 18	4.951	38 41	-2 24	9.228
6.30.	247 35	-0 34	1.507	19 20	-1 17	4.951	39 03	-2 24	9.226
7.10.	252 58	-0 44	1.494	20 15	-1 17	4.951	39 24	-2 24	9.223
7.20.	258 26	-0 54	1.481	21 10	-1 17	4.952	39 46	-2 23	9.221
7.30.	264 00	-1 03	1.468	22 05	-1 17	4.952	40 07	-2 23	9.219
8.09.	269 40	-1 12	1.456	23 00	-1 16	4.952	40 29	-2 23	9.216
8.19.	275 26	-1 20	1.444	23 55	-1 16	4.953	40 50	-2 22	9.214
8.29.	281 17	-1 27	1.433	24 49	-1 16	4.953	41 12	-2 22	9.212
9.08.	287 14	-1 34	1.423	25 44	-1 16	4.954	41 34	-2 22	9.209
9.18.	293 15	-1 40	1.414	26 39	-1 15	4.955	41 55	-2 22	9.207
9.28.	299 21	-1 44	1.405	27 34	-1 15	4.955	42 17	-2 21	9.205
10.08.	305 31	-1 48	1.398	28 29	-1 14	4.956	42 38	-2 21	9.203
10.18.	311 45	-1 50	1.392	29 24	-1 14	4.957	43 00	-2 21	9.200
10.28.	318 01	-1 51	1.387	30 19	-1 14	4.958	43 21	-2 20	9.198
11.07.	324 20	-1 51	1.384	31 14	-1 13	4.959	43 43	-2 20	9.196
11.17.	330 40	-1 49	1.382	32 09	-1 13	4.960	44 05	-2 20	9.194
11.27.	337 01	-1 46	1.382	33 03	-1 12	4.961	44 26	-2 19	9.192
12.07.	343 22	-1 42	1.382	33 58	-1 12	4.962	44 48	-2 19	9.189
12.17.	349 42	-1 36	1.385	34 53	-1 11	4.963	45 10	-2 19	9.187
12.27.	356 00	-1 29	1.389	35 48	-1 11	4.965	45 31	-2 18	9.185

dátum	Uránusz			Neptunusz			Plútó		
	λ_e °	β °	r AU	λ_e °	β °	r AU	λ_e °	β °	r AU
1.01.	312 26	-0 39	19.886	301 45	+0 19	30.133	248 09	+11 42	30.121
1.11.	312 33	-0 40	19.887	301 49	+0 18	30.133	248 13	+11 41	30.124
1.21.	312 39	-0 40	19.888	301 52	+0 18	30.133	248 17	+11 40	30.127
1.31.	312 46	-0 40	19.889	301 56	+0 18	30.132	248 21	+11 39	30.129
2.10.	312 52	-0 40	19.891	301 59	+0 18	30.132	248 25	+11 38	30.132
2.20.	312 59	-0 40	19.892	302 03	+0 18	30.132	248 29	+11 37	30.135
3.02.	313 05	-0 40	19.893	302 07	+0 18	30.131	248 33	+11 37	30.137
3.12.	313 12	-0 40	19.894	302 10	+0 18	30.131	248 37	+11 36	30.140
3.22.	313 18	-0 40	19.895	302 14	+0 18	30.130	248 41	+11 35	30.143
4.01.	313 25	-0 40	19.896	302 17	+0 18	30.130	248 45	+11 34	30.146
4.11.	313 32	-0 40	19.897	302 21	+0 17	30.130	248 49	+11 33	30.148
4.21.	313 38	-0 40	19.898	302 24	+0 17	30.129	248 53	+11 32	30.151
5.01.	313 45	-0 40	19.899	302 28	+0 17	30.129	248 56	+11 31	30.154
5.11.	313 51	-0 40	19.900	302 32	+0 17	30.129	249 00	+11 31	30.157
5.21.	313 58	-0 40	19.901	302 35	+0 17	30.128	249 04	+11 30	30.159
5.31.	314 04	-0 40	19.902	302 39	+0 17	30.128	249 08	+11 29	30.162
6.10.	314 11	-0 40	19.903	302 42	+0 17	30.128	249 12	+11 28	30.165
6.20.	314 17	-0 40	19.904	302 46	+0 17	30.127	249 16	+11 27	30.168
6.30.	314 24	-0 40	19.905	302 49	+0 17	30.127	249 20	+11 26	30.170
7.10.	314 30	-0 40	19.906	302 53	+0 16	30.127	249 24	+11 25	30.173
7.20.	314 37	-0 40	19.907	302 57	+0 16	30.126	249 28	+11 24	30.176
7.30.	314 44	-0 40	19.908	303 00	+0 16	30.126	249 32	+11 23	30.179
8.09.	314 50	-0 40	19.910	303 04	+0 16	30.126	249 36	+11 23	30.182
8.19.	314 57	-0 41	19.911	303 07	+0 16	30.125	249 40	+11 22	30.185
8.29.	315 03	-0 41	19.912	303 11	+0 16	30.125	249 44	+11 21	30.187
9.08.	315 10	-0 41	19.913	303 14	+0 16	30.125	249 48	+11 20	30.190
9.18.	315 16	-0 41	19.914	303 18	+0 16	30.124	249 51	+11 19	30.193
9.28.	315 23	-0 41	19.915	303 22	+0 16	30.124	249 55	+11 18	30.196
10.08.	315 29	-0 41	19.916	303 25	+0 15	30.124	249 59	+11 17	30.199
10.18.	315 36	-0 41	19.917	303 29	+0 15	30.123	250 03	+11 16	30.202
10.28.	315 42	-0 41	19.918	303 32	+0 15	30.123	250 07	+11 16	30.205
11.07.	315 49	-0 41	19.919	303 36	+0 15	30.122	250 11	+11 15	30.208
11.17.	315 55	-0 41	19.920	303 39	+0 15	30.122	250 15	+11 14	30.210
11.27.	316 02	-0 41	19.921	303 43	+0 15	30.122	250 19	+11 13	30.213
12.07.	316 08	-0 41	19.922	303 47	+0 15	30.121	250 23	+11 12	30.216
12.17.	316 15	-0 41	19.923	303 50	+0 15	30.121	250 27	+11 11	30.219
12.27.	316 22	-0 41	19.924	303 54	+0 15	30.121	250 31	+11 10	30.222

$$JD = 2\,451\,000 + \dots$$

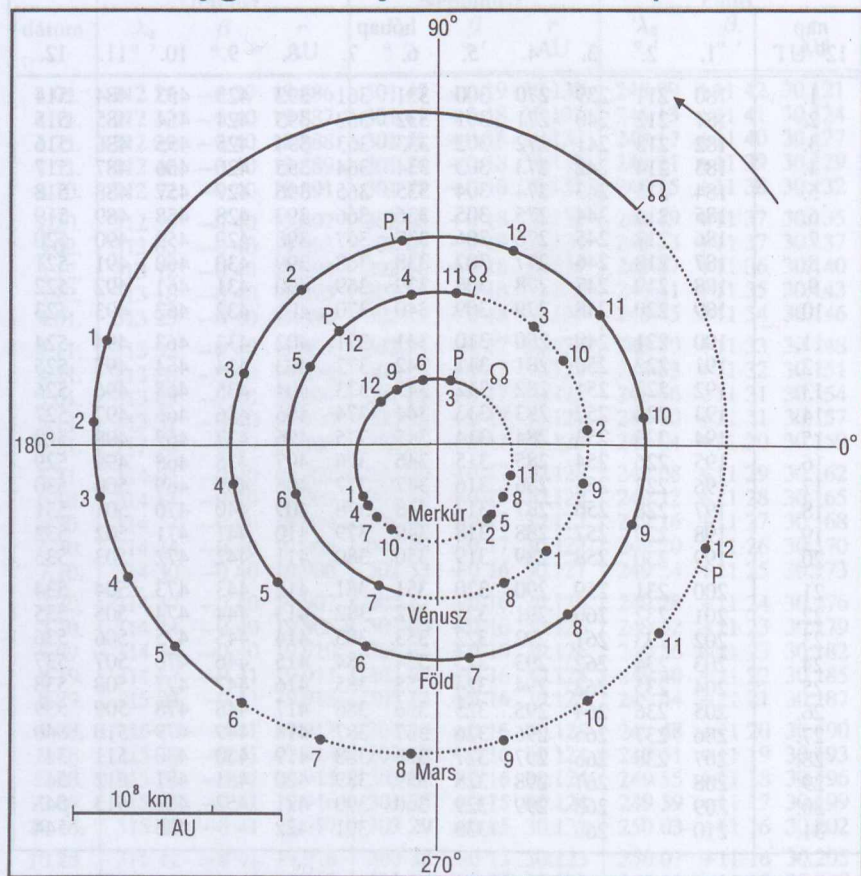
Julián-dátum

nap 12 ^h UT	hónap											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	180	211	239	270	300	331	361	392	423	453	484	514
2.	181	212	240	271	301	332	362	393	424	454	485	515
3.	182	213	241	272	302	333	363	394	425	455	486	516
4.	183	214	242	273	303	334	364	395	426	456	487	517
5.	184	215	243	274	304	335	365	396	427	457	488	518
6.	185	216	244	275	305	336	366	397	428	458	489	519
7.	186	217	245	276	306	337	367	398	429	459	490	520
8.	187	218	246	277	307	338	368	399	430	460	491	521
9.	188	219	247	278	308	339	369	400	431	461	492	522
10.	189	220	248	279	309	340	370	401	432	462	493	523
11.	190	221	249	280	310	341	371	402	433	463	494	524
12.	191	222	250	281	311	342	372	403	434	464	495	525
13.	192	223	251	282	312	343	373	404	435	465	496	526
14.	193	224	252	283	313	344	374	405	436	466	497	527
15.	194	225	253	284	314	345	375	406	437	467	498	528
16.	195	226	254	285	315	346	376	407	438	468	499	529
17.	196	227	255	286	316	347	377	408	439	469	500	530
18.	197	228	256	287	317	348	378	409	440	470	501	531
19.	198	229	257	288	318	349	379	410	441	471	502	532
20.	199	230	258	289	319	350	380	411	442	472	503	533
21.	200	231	259	290	320	351	381	412	443	473	504	534
22.	201	232	260	291	321	352	382	413	444	474	505	535
23.	202	233	261	292	322	353	383	414	445	475	506	536
24.	203	234	262	293	323	354	384	415	446	476	507	537
25.	204	235	263	294	324	355	385	416	447	477	508	538
26.	205	236	264	295	325	356	386	417	448	478	509	539
27.	206	237	265	296	326	357	387	418	449	479	510	540
28.	207	238	266	297	327	358	388	419	450	480	511	541
29.	208		267	298	328	359	389	420	451	481	512	542
30.	209		268	299	329	360	390	421	452	482	513	543
31.	210		269		330		391	422		483		544

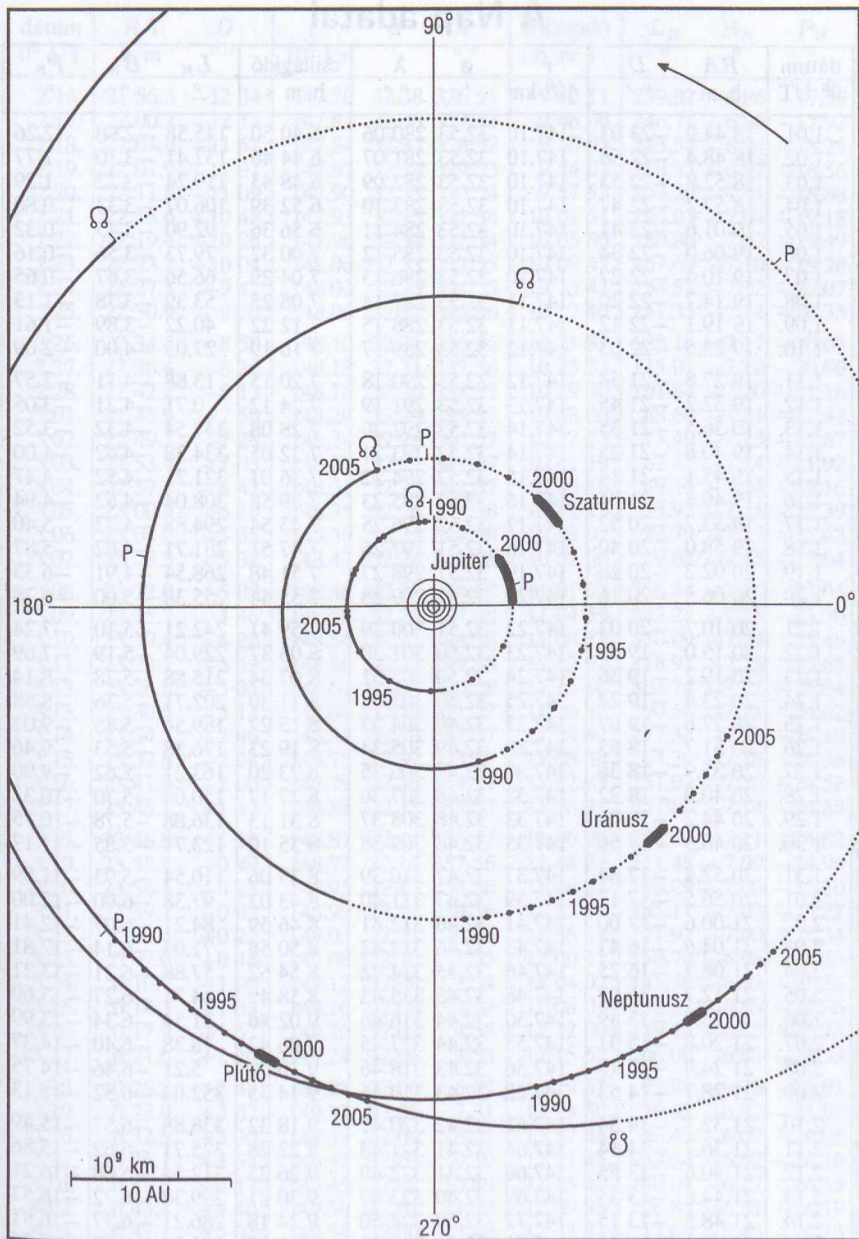
Julián-dátum tizednap

tizednap	h m		UT h m	KÖZEI h m	NYISZ h m
0.0	0	00	12 00	13 00	14 00
0.1	2	24	14 24	15 24	16 24
0.2	4	48	16 48	17 48	18 48
0.3	7	12	19 12	20 12	21 12
0.4	9	36	21 36	22 36	23 36
0.5		12 00	0 00	1 00	2 00
0.6		14 24	2 24	3 24	4 24
0.7		16 48	4 48	5 48	6 48
0.8		19 12	7 12	8 12	9 12
0.9		21 36	9 36	10 36	11 36

A bolygók elhelyezkedése a Nap körül



Az ábrák a bolygók Nap körüli mozgását mutatják az adott évben. A bolygópályáknak a földpálya síkjától északra lévő szakaszát folyamatos, a földpálya síkjától délre lévő szakaszát szaggatott vonal ábrázolja. *P* a pálya napközelpontja, Ω pedig a felszálló csomó (ahol a bolygó a Nap körüli keringése során — délről északra — áthalad a földpálya síkján). A Plútó esetében a leszálló csomó ($\var�$) helyét tüntették fel. Az 1–12 számok jelzik a Föld-típusú bolygók helyzetét a megfelelő sorszámú hónap első napján, az évszámok pedig az óriásbolygók és a Plútó helyzetét az egyes évek kezdetén.



A Nap adatai

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	r 10 ⁶ km	φ '	λ ° '	csillagidő h m s	L _N °	B _N °	P _N °
1.01.	18 44.0	-23 03	147.10	32.53	280 06	6 40 50	145.58	-2.98	2.26
1.02.	18 48.4	-22 58	147.10	32.53	281 07	6 44 46	132.41	-3.10	1.77
1.03.	18 52.8	-22 53	147.10	32.53	282 09	6 48 43	119.24	-3.22	1.29
1.04.	18 57.2	-22 47	147.10	32.53	283 10	6 52 39	106.07	-3.33	0.80
1.05.	19 01.6	-22 41	147.10	32.53	284 11	6 56 36	92.90	-3.45	0.32
1.06.	19 06.0	-22 34	147.10	32.53	285 12	7 00 32	79.73	-3.56	-0.16
1.07.	19 10.4	-22 27	147.10	32.53	286 13	7 04 29	66.56	-3.67	-0.65
1.08.	19 14.7	-22 20	147.11	32.53	287 14	7 08 25	53.39	-3.78	-1.13
1.09.	19 19.1	-22 12	147.11	32.53	288 15	7 12 22	40.22	-3.89	-1.61
1.10.	19 23.5	-22 03	147.12	32.53	289 17	7 16 19	27.05	-4.00	-2.09
1.11.	19 27.8	-21 54	147.12	32.53	290 18	7 20 15	13.88	-4.11	-2.57
1.12.	19 32.2	-21 45	147.13	32.53	291 19	7 24 12	0.71	-4.21	-3.05
1.13.	19 36.5	-21 35	147.14	32.52	292 20	7 28 08	347.54	-4.32	-3.52
1.14.	19 40.8	-21 25	147.14	32.52	293 21	7 32 05	334.38	-4.42	-4.00
1.15.	19 45.1	-21 14	147.15	32.52	294 22	7 36 01	321.21	-4.52	-4.47
1.16.	19 49.4	-21 04	147.16	32.52	295 23	7 39 58	308.04	-4.62	-4.94
1.17.	19 53.7	-20 52	147.17	32.52	296 25	7 43 54	294.88	-4.72	-5.40
1.18.	19 58.0	-20 40	147.18	32.51	297 26	7 47 51	281.71	-4.82	-5.87
1.19.	20 02.2	-20 28	147.19	32.51	298 27	7 51 48	268.54	-4.91	-6.33
1.20.	20 06.5	-20 16	147.20	32.51	299 28	7 55 44	255.38	-5.00	-6.78
1.21.	20 10.7	-20 03	147.22	32.51	300 29	7 59 41	242.21	-5.10	-7.24
1.22.	20 15.0	-19 49	147.23	32.50	301 30	8 03 37	229.04	-5.19	-7.69
1.23.	20 19.2	-19 36	147.24	32.50	302 31	8 07 34	215.88	-5.28	-8.14
1.24.	20 23.4	-19 22	147.25	32.50	303 32	8 11 30	202.71	-5.36	-8.58
1.25.	20 27.6	-19 07	147.27	32.49	304 33	8 15 27	189.54	-5.45	-9.02
1.26.	20 31.7	-18 53	147.28	32.49	305 34	8 19 23	176.38	-5.53	-9.46
1.27.	20 35.9	-18 38	147.30	32.49	306 35	8 23 20	163.21	-5.62	-9.90
1.28.	20 40.0	-18 22	147.32	32.48	307 36	8 27 17	150.04	-5.70	-10.32
1.29.	20 44.2	-18 06	147.33	32.48	308 37	8 31 13	136.88	-5.78	-10.75
1.30.	20 48.3	-17 50	147.35	32.48	309 38	8 35 10	123.71	-5.85	-11.17
1.31.	20 52.4	-17 34	147.37	32.47	310 39	8 39 06	110.54	-5.93	-11.59
2.01.	20 56.5	-17 17	147.39	32.47	311 40	8 43 03	97.38	-6.00	-12.00
2.02.	21 00.6	-17 00	147.41	32.46	312 41	8 46 59	84.21	-6.07	-12.41
2.03.	21 04.6	-16 43	147.43	32.46	313 42	8 50 56	71.04	-6.14	-12.81
2.04.	21 08.7	-16 25	147.46	32.45	314 42	8 54 52	57.88	-6.21	-13.21
2.05.	21 12.7	-16 07	147.48	32.45	315 43	8 58 49	44.71	-6.27	-13.60
2.06.	21 16.7	-15 49	147.50	32.44	316 44	9 02 46	31.54	-6.34	-13.99
2.07.	21 20.8	-15 31	147.53	32.44	317 45	9 06 42	18.38	-6.40	-14.37
2.08.	21 24.8	-15 12	147.56	32.43	318 46	9 10 39	5.21	-6.46	-14.75
2.09.	21 28.7	-14 53	147.58	32.43	319 46	9 14 35	352.04	-6.52	-15.13
2.10.	21 32.7	-14 34	147.61	32.42	320 47	9 18 32	338.88	-6.57	-15.49
2.11.	21 36.7	-14 14	147.64	32.41	321 48	9 22 28	325.71	-6.62	-15.86
2.12.	21 40.6	-13 55	147.66	32.41	322 49	9 26 25	312.54	-6.68	-16.21
2.13.	21 44.6	-13 35	147.69	32.40	323 49	9 30 21	299.38	-6.72	-16.57
2.14.	21 48.5	-13 15	147.72	32.39	324 50	9 34 18	286.21	-6.77	-16.91
2.15.	21 52.4	-12 54	147.75	32.39	325 51	9 38 15	273.04	-6.82	-17.26

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ′	r 10 ⁶ km	ø ′	λ ° ′	csillagidő h m s	L _N °	B _N °	P _N °
2.16.	21 56.3	-12 34	147.78	32.38	326 51	9 42 11	259.87	-6.86	-17.59
2.17.	22 00.2	-12 13	147.81	32.38	327 52	9 46 08	246.71	-6.90	-17.92
2.18.	22 04.0	-11 52	147.84	32.37	328 52	9 50 04	233.54	-6.94	-18.25
2.19.	22 07.9	-11 31	147.87	32.36	329 53	9 54 01	220.37	-6.97	-18.56
2.20.	22 11.8	-11 09	147.90	32.35	330 54	9 57 57	207.20	-7.01	-18.88
2.21.	22 15.6	-10 48	147.93	32.35	331 54	10 01 54	194.03	-7.04	-19.18
2.22.	22 19.4	-10 26	147.96	32.34	332 54	10 05 50	180.86	-7.07	-19.49
2.23.	22 23.2	-10 04	148.00	32.33	333 55	10 09 47	167.69	-7.10	-19.78
2.24.	22 27.1	-9 42	148.03	32.33	334 55	10 13 44	154.52	-7.12	-20.07
2.25.	22 30.9	-9 20	148.06	32.32	335 56	10 17 40	141.35	-7.14	-20.35
2.26.	22 34.6	-8 58	148.10	32.31	336 56	10 21 37	128.18	-7.17	-20.63
2.27.	22 38.4	-8 36	148.13	32.31	337 56	10 25 33	115.01	-7.18	-20.90
2.28.	22 42.2	-8 13	148.16	32.30	338 57	10 29 30	101.84	-7.20	-21.16
3.01.	22 45.9	-7 50	148.20	32.29	339 57	10 33 26	88.66	-7.21	-21.42
3.02.	22 49.7	-7 28	148.24	32.28	340 57	10 37 23	75.49	-7.23	-21.67
3.03.	22 53.4	-7 05	148.27	32.27	341 57	10 41 19	62.32	-7.24	-21.92
3.04.	22 57.2	-6 42	148.31	32.27	342 57	10 45 16	49.14	-7.24	-22.16
3.05.	23 00.9	-6 19	148.35	32.26	343 58	10 49 13	35.97	-7.25	-22.39
3.06.	23 04.6	-5 55	148.39	32.25	344 58	10 53 09	22.79	-7.25	-22.62
3.07.	23 08.3	-5 32	148.42	32.24	345 58	10 57 06	9.62	-7.25	-22.84
3.08.	23 12.0	-5 09	148.46	32.23	346 58	11 01 02	356.44	-7.25	-23.05
3.09.	23 15.7	-4 46	148.50	32.22	347 58	11 04 59	343.27	-7.25	-23.26
3.10.	23 19.4	-4 22	148.54	32.22	348 58	11 08 55	330.09	-7.24	-23.46
3.11.	23 23.1	-3 59	148.58	32.21	349 58	11 12 52	316.91	-7.23	-23.65
3.12.	23 26.8	-3 35	148.62	32.20	350 58	11 16 48	303.74	-7.22	-23.84
3.13.	23 30.5	-3 11	148.66	32.19	351 57	11 20 45	290.56	-7.21	-24.02
3.14.	23 34.1	-2 48	148.71	32.18	352 57	11 24 42	277.38	-7.19	-24.19
3.15.	23 37.8	-2 24	148.75	32.17	353 57	11 28 38	264.20	-7.18	-24.36
3.16.	23 41.5	-2 00	148.79	32.16	354 57	11 32 35	251.02	-7.16	-24.52
3.17.	23 45.1	-1 37	148.83	32.15	355 57	11 36 31	237.84	-7.14	-24.68
3.18.	23 48.8	-1 13	148.87	32.14	356 57	11 40 28	224.66	-7.11	-24.82
3.19.	23 52.4	-0 49	148.91	32.14	357 56	11 44 24	211.48	-7.09	-24.96
3.20.	23 56.1	-0 25	148.95	32.13	358 56	11 48 21	198.29	-7.06	-25.10
3.21.	23 59.7	-0 02	148.99	32.12	359 56	11 52 17	185.11	-7.03	-25.22
3.22.	0 03.4	+0 22	149.03	32.11	0 55	11 56 14	171.93	-7.00	-25.34
3.23.	0 07.0	+0 46	149.08	32.10	1 55	12 00 11	158.74	-6.96	-25.45
3.24.	0 10.7	+1 09	149.12	32.09	2 54	12 04 07	145.56	-6.93	-25.56
3.25.	0 14.3	+1 33	149.16	32.08	3 54	12 08 04	132.37	-6.89	-25.66
3.26.	0 17.9	+1 57	149.20	32.07	4 53	12 12 00	119.18	-6.85	-25.75
3.27.	0 21.6	+2 20	149.24	32.06	5 53	12 15 57	106.00	-6.81	-25.83
3.28.	0 25.2	+2 44	149.28	32.06	6 52	12 19 53	92.81	-6.76	-25.91
3.29.	0 28.9	+3 07	149.33	32.05	7 51	12 23 50	79.62	-6.72	-25.98
3.30.	0 32.5	+3 30	149.37	32.04	8 51	12 27 46	66.43	-6.67	-26.05
3.31.	0 36.1	+3 54	149.41	32.03	9 50	12 31 43	53.24	-6.62	-26.10
4.01.	0 39.8	+4 17	149.45	32.02	10 49	12 35 40	40.04	-6.57	-26.15
4.02.	0 43.4	+4 40	149.50	32.01	11 48	12 39 36	26.85	-6.51	-26.19
4.03.	0 47.1	+5 03	149.54	32.00	12 48	12 43 33	13.66	-6.46	-26.23
4.04.	0 50.7	+5 26	149.58	31.99	13 47	12 47 29	0.46	-6.40	-26.25

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	r 10 ⁶ km	ø '	λ ° '	csillagidő h m s	L _N °	B _N °	P _N °
4.05.	0 54.4	+5 49	149.63	31.98	14 46	12 51 26	347.27	-6.34	-26.28
4.06.	0 58.0	+6 12	149.67	31.97	15 45	12 55 22	334.07	-6.28	-26.29
4.07.	1 01.7	+6 35	149.71	31.96	16 44	12 59 19	320.88	-6.21	-26.29
4.08.	1 05.3	+6 57	149.76	31.95	17 43	13 03 15	307.68	-6.15	-26.29
4.09.	1 09.0	+7 20	149.80	31.94	18 42	13 07 12	294.48	-6.08	-26.28
4.10.	1 12.7	+7 42	149.85	31.94	19 41	13 11 09	281.28	-6.01	-26.27
4.11.	1 16.4	+8 04	149.89	31.93	20 40	13 15 05	268.08	-5.94	-26.24
4.12.	1 20.0	+8 26	149.93	31.92	21 39	13 19 02	254.88	-5.87	-26.21
4.13.	1 23.7	+8 48	149.98	31.91	22 38	13 22 58	241.68	-5.79	-26.17
4.14.	1 27.4	+9 10	150.02	31.90	23 36	13 26 55	228.48	-5.72	-26.13
4.15.	1 31.1	+9 32	150.06	31.89	24 35	13 30 51	215.28	-5.64	-26.08
4.16.	1 34.8	+9 53	150.10	31.88	25 34	13 34 48	202.07	-5.56	-26.02
4.17.	1 38.5	+10 14	150.15	31.87	26 33	13 38 44	188.87	-5.48	-25.95
4.18.	1 42.2	+10 36	150.19	31.86	27 32	13 42 41	175.66	-5.40	-25.87
4.19.	1 45.9	+10 56	150.23	31.85	28 30	13 46 38	162.46	-5.32	-25.79
4.20.	1 49.7	+11 17	150.27	31.85	29 29	13 50 34	149.25	-5.23	-25.70
4.21.	1 53.4	+11 38	150.31	31.84	30 27	13 54 31	136.04	-5.15	-25.60
4.22.	1 57.1	+11 58	150.35	31.83	31 26	13 58 27	122.84	-5.06	-25.50
4.23.	2 00.9	+12 19	150.39	31.82	32 25	14 02 24	109.63	-4.97	-25.39
4.24.	2 04.6	+12 39	150.43	31.81	33 23	14 06 20	96.42	-4.88	-25.27
4.25.	2 08.4	+12 58	150.47	31.80	34 21	14 10 17	83.21	-4.79	-25.14
4.26.	2 12.2	+13 18	150.51	31.80	35 20	14 14 13	69.99	-4.69	-25.01
4.27.	2 15.9	+13 37	150.54	31.79	36 18	14 18 10	56.78	-4.60	-24.87
4.28.	2 19.7	+13 56	150.58	31.78	37 17	14 22 07	43.57	-4.50	-24.72
4.29.	2 23.5	+14 15	150.62	31.77	38 15	14 26 03	30.35	-4.41	-24.56
4.30.	2 27.3	+14 34	150.66	31.76	39 13	14 30 00	17.14	-4.31	-24.40
5.01.	2 31.1	+14 52	150.70	31.75	40 12	14 33 56	3.92	-4.21	-24.23
5.02.	2 34.9	+15 11	150.74	31.75	41 10	14 37 53	350.71	-4.11	-24.05
5.03.	2 38.8	+15 29	150.78	31.74	42 08	14 41 49	337.49	-4.01	-23.87
5.04.	2 42.6	+15 46	150.81	31.73	43 06	14 45 46	324.27	-3.90	-23.68
5.05.	2 46.4	+16 04	150.85	31.72	44 04	14 49 42	311.05	-3.80	-23.48
5.06.	2 50.3	+16 21	150.89	31.71	45 02	14 53 39	297.83	-3.70	-23.27
5.07.	2 54.2	+16 38	150.93	31.71	46 00	14 57 36	284.61	-3.59	-23.06
5.08.	2 58.0	+16 54	150.96	31.70	46 59	15 01 32	271.39	-3.48	-22.84
5.09.	3 01.9	+17 11	151.00	31.69	47 57	15 05 29	258.17	-3.38	-22.61
5.10.	3 05.8	+17 27	151.04	31.68	48 55	15 09 25	244.95	-3.27	-22.38
5.11.	3 09.7	+17 42	151.07	31.68	49 53	15 13 22	231.73	-3.16	-22.14
5.12.	3 13.6	+17 58	151.11	31.67	50 51	15 17 18	218.50	-3.05	-21.89
5.13.	3 17.6	+18 13	151.14	31.66	51 49	15 21 15	205.28	-2.94	-21.64
5.14.	3 21.5	+18 28	151.17	31.65	52 47	15 25 11	192.06	-2.82	-21.38
5.15.	3 25.4	+18 42	151.21	31.65	53 44	15 29 08	178.83	-2.71	-21.11
5.16.	3 29.4	+18 57	151.24	31.64	54 42	15 33 05	165.61	-2.60	-20.83
5.17.	3 33.4	+19 11	151.27	31.63	55 40	15 37 01	152.38	-2.48	-20.55
5.18.	3 37.3	+19 24	151.30	31.63	56 38	15 40 58	139.15	-2.37	-20.26
5.19.	3 41.3	+19 37	151.33	31.62	57 36	15 44 54	125.93	-2.25	-19.97
5.20.	3 45.3	+19 50	151.36	31.62	58 34	15 48 51	112.70	-2.14	-19.67
5.21.	3 49.3	+20 03	151.39	31.61	59 31	15 52 47	99.47	-2.02	-19.36
5.22.	3 53.3	+20 15	151.42	31.60	60 29	15 56 44	86.24	-1.90	-19.05

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	r 10 ⁶ km	ø '	λ ° '	csillagidő h m s	L _N °	B _N °	P _N °
5.23.	3 57.3	+20 27	151.45	31.60	61 27	16 00 40	73.01	-1.79	-18.73
5.24.	4 01.3	+20 38	151.48	31.59	62 25	16 04 37	59.78	-1.67	-18.41
5.25.	4 05.4	+20 50	151.50	31.59	63 22	16 08 34	46.55	-1.55	-18.08
5.26.	4 09.4	+21 00	151.53	31.58	64 20	16 12 30	33.32	-1.43	-17.74
5.27.	4 13.5	+21 11	151.55	31.58	65 17	16 16 27	20.09	-1.31	-17.40
5.28.	4 17.5	+21 21	151.58	31.57	66 15	16 20 23	6.86	-1.19	-17.05
5.29.	4 21.6	+21 31	151.61	31.56	67 13	16 24 20	353.63	-1.07	-16.70
5.30.	4 25.6	+21 40	151.63	31.56	68 10	16 28 16	340.39	-0.95	-16.34
5.31.	4 29.7	+21 49	151.65	31.55	69 08	16 32 13	327.16	-0.83	-15.98
6.01.	4 33.8	+21 58	151.68	31.55	70 05	16 36 09	313.93	-0.71	-15.61
6.02.	4 37.9	+22 06	151.70	31.54	71 03	16 40 06	300.69	-0.59	-15.24
6.03.	4 42.0	+22 14	151.73	31.54	72 00	16 44 03	287.46	-0.47	-14.86
6.04.	4 46.1	+22 21	151.75	31.53	72 58	16 47 59	274.22	-0.35	-14.48
6.05.	4 50.2	+22 28	151.77	31.53	73 55	16 51 56	260.99	-0.23	-14.09
6.06.	4 54.3	+22 35	151.79	31.53	74 52	16 55 52	247.75	-0.11	-13.70
6.07.	4 58.5	+22 41	151.81	31.52	75 50	16 59 49	234.52	0.01	-13.31
6.08.	5 02.6	+22 47	151.83	31.52	76 47	17 03 45	221.28	0.13	-12.91
6.09.	5 06.7	+22 52	151.85	31.51	77 45	17 07 42	208.05	0.25	-12.50
6.10.	5 10.9	+22 57	151.87	31.51	78 42	17 11 38	194.81	0.37	-12.09
6.11.	5 15.0	+23 02	151.89	31.51	79 39	17 15 35	181.58	0.49	-11.68
6.12.	5 19.1	+23 06	151.91	31.50	80 37	17 19 32	168.34	0.61	-11.27
6.13.	5 23.3	+23 10	151.92	31.50	81 34	17 23 28	155.11	0.73	-10.85
6.14.	5 27.5	+23 14	151.94	31.50	82 32	17 27 25	141.87	0.85	-10.43
6.15.	5 31.6	+23 17	151.95	31.49	83 29	17 31 21	128.63	0.97	-10.00
6.16.	5 35.8	+23 19	151.97	31.49	84 26	17 35 18	115.40	1.09	-9.57
6.17.	5 39.9	+23 21	151.98	31.49	85 24	17 39 14	102.16	1.21	-9.14
6.18.	5 44.1	+23 23	151.99	31.48	86 21	17 43 11	88.92	1.33	-8.71
6.19.	5 48.2	+23 25	152.00	31.48	87 18	17 47 07	75.69	1.45	-8.27
6.20.	5 52.4	+23 26	152.01	31.48	88 15	17 51 04	62.45	1.57	-7.83
6.21.	5 56.6	+23 26	152.02	31.48	89 13	17 55 01	49.21	1.68	-7.39
6.22.	6 00.7	+23 26	152.03	31.48	90 10	17 58 57	35.98	1.80	-6.95
6.23.	6 04.9	+23 26	152.04	31.47	91 07	18 02 54	22.74	1.92	-6.51
6.24.	6 09.0	+23 25	152.05	31.47	92 04	18 06 50	9.50	2.03	-6.06
6.25.	6 13.2	+23 24	152.06	31.47	93 02	18 10 47	356.27	2.15	-5.61
6.26.	6 17.4	+23 23	152.06	31.47	93 59	18 14 43	343.03	2.26	-5.16
6.27.	6 21.5	+23 21	152.07	31.47	94 56	18 18 40	329.79	2.38	-4.71
6.28.	6 25.7	+23 18	152.07	31.47	95 53	18 22 36	316.56	2.49	-4.26
6.29.	6 29.8	+23 16	152.08	31.47	96 50	18 26 33	303.32	2.60	-3.81
6.30.	6 33.9	+23 12	152.08	31.47	97 48	18 30 30	290.08	2.72	-3.36
7.01.	6 38.1	+23 09	152.09	31.46	98 45	18 34 26	276.84	2.83	-2.91
7.02.	6 42.2	+23 05	152.09	31.46	99 42	18 38 23	263.61	2.94	-2.45
7.03.	6 46.3	+23 01	152.09	31.46	100 39	18 42 19	250.37	3.05	-2.00
7.04.	6 50.5	+22 56	152.10	31.46	101 36	18 46 16	237.14	3.16	-1.55
7.05.	6 54.6	+22 51	152.10	31.46	102 34	18 50 12	223.90	3.26	-1.09
7.06.	6 58.7	+22 45	152.10	31.46	103 31	18 54 09	210.66	3.37	-0.64
7.07.	7 02.8	+22 39	152.10	31.46	104 28	18 58 05	197.43	3.48	-0.18
7.08.	7 06.9	+22 33	152.10	31.46	105 25	19 02 02	184.19	3.58	0.27
7.09.	7 11.0	+22 26	152.10	31.46	106 22	19 05 59	170.96	3.69	0.72

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	r 10 ⁶ km	ø ' "	λ ° ' "	csillagidő h m s	L _N °	B _N °	P _N °
7.10.	7 15.1	+22 19	152.10	31.46	107 20	19 09 55	157.72	3.79	1.17
7.11.	7 19.2	+22 11	152.09	31.46	108 17	19 13 52	144.49	3.89	1.62
7.12.	7 23.3	+22 03	152.09	31.46	109 14	19 17 48	131.26	3.99	2.07
7.13.	7 27.4	+21 55	152.08	31.47	110 11	19 21 45	118.02	4.09	2.52
7.14.	7 31.4	+21 47	152.08	31.47	111 09	19 25 41	104.79	4.19	2.97
7.15.	7 35.5	+21 38	152.07	31.47	112 06	19 29 38	91.56	4.29	3.41
7.16.	7 39.5	+21 28	152.06	31.47	113 03	19 33 34	78.33	4.39	3.86
7.17.	7 43.6	+21 18	152.06	31.47	114 00	19 37 31	65.09	4.48	4.30
7.18.	7 47.6	+21 08	152.05	31.47	114 58	19 41 28	51.86	4.58	4.74
7.19.	7 51.6	+20 58	152.04	31.48	115 55	19 45 24	38.63	4.67	5.18
7.20.	7 55.6	+20 47	152.02	31.48	116 52	19 49 21	25.40	4.76	5.61
7.21.	7 59.6	+20 36	152.01	31.48	117 49	19 53 17	12.17	4.85	6.05
7.22.	8 03.6	+20 24	152.00	31.48	118 47	19 57 14	358.94	4.94	6.48
7.23.	8 07.6	+20 12	151.99	31.48	119 44	20 01 10	345.71	5.03	6.90
7.24.	8 11.6	+20 00	151.97	31.49	120 41	20 05 07	332.48	5.11	7.33
7.25.	8 15.5	+19 48	151.96	31.49	121 38	20 09 03	319.25	5.20	7.75
7.26.	8 19.5	+19 35	151.95	31.49	122 36	20 13 00	306.02	5.28	8.17
7.27.	8 23.4	+19 22	151.93	31.50	123 33	20 16 57	292.79	5.37	8.59
7.28.	8 27.4	+19 08	151.92	31.50	124 30	20 20 53	279.56	5.45	9.00
7.29.	8 31.3	+18 54	151.90	31.50	125 28	20 24 50	266.33	5.53	9.42
7.30.	8 35.2	+18 40	151.88	31.51	126 25	20 28 46	253.10	5.60	9.82
7.31.	8 39.1	+18 26	151.87	31.51	127 22	20 32 43	239.88	5.68	10.23
8.01.	8 43.0	+18 11	151.85	31.51	128 20	20 36 39	226.65	5.75	10.63
8.02.	8 46.9	+17 56	151.83	31.52	129 17	20 40 36	213.43	5.83	11.03
8.03.	8 50.8	+17 40	151.81	31.52	130 15	20 44 32	200.20	5.90	11.42
8.04.	8 54.6	+17 25	151.79	31.53	131 12	20 48 29	186.97	5.97	11.81
8.05.	8 58.5	+17 09	151.77	31.53	132 09	20 52 26	173.75	6.04	12.20
8.06.	9 02.3	+16 53	151.75	31.53	133 07	20 56 22	160.53	6.10	12.58
8.07.	9 06.2	+16 36	151.73	31.54	134 04	21 00 19	147.30	6.17	12.96
8.08.	9 10.0	+16 20	151.71	31.54	135 02	21 04 15	134.08	6.23	13.33
8.09.	9 13.8	+16 03	151.69	31.55	135 59	21 08 12	120.86	6.29	13.70
8.10.	9 17.6	+15 45	151.66	31.55	136 57	21 12 08	107.64	6.35	14.07
8.11.	9 21.4	+15 28	151.64	31.56	137 54	21 16 05	94.42	6.41	14.43
8.12.	9 25.2	+15 10	151.62	31.56	138 52	21 20 01	81.20	6.46	14.79
8.13.	9 29.0	+14 52	151.59	31.57	139 50	21 23 58	67.98	6.52	15.15
8.14.	9 32.7	+14 34	151.56	31.57	140 47	21 27 55	54.76	6.57	15.49
8.15.	9 36.5	+14 15	151.54	31.58	141 45	21 31 51	41.54	6.62	15.84
8.16.	9 40.2	+13 57	151.51	31.58	142 43	21 35 48	28.32	6.67	16.18
8.17.	9 44.0	+13 38	151.48	31.59	143 40	21 39 44	15.10	6.72	16.51
8.18.	9 47.7	+13 19	151.45	31.60	144 38	21 43 41	1.89	6.76	16.85
8.19.	9 51.4	+12 59	151.42	31.60	145 36	21 47 37	348.67	6.81	17.17
8.20.	9 55.1	+12 40	151.39	31.61	146 33	21 51 34	335.45	6.85	17.49
8.21.	9 58.8	+12 20	151.36	31.62	147 31	21 55 30	322.24	6.89	17.81
8.22.	10 02.5	+12 00	151.33	31.62	148 29	21 59 27	309.02	6.92	18.12
8.23.	10 06.2	+11 40	151.30	31.63	149 27	22 03 24	295.81	6.96	18.43
8.24.	10 09.9	+11 20	151.26	31.64	150 24	22 07 20	282.59	6.99	18.73
8.25.	10 13.6	+10 59	151.23	31.64	151 22	22 11 17	269.38	7.02	19.02
8.26.	10 17.3	+10 39	151.20	31.65	152 20	22 15 13	256.16	7.05	19.31

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	r 10 ⁶ km	ϕ ° '	λ ° '	csillagidő h m s	L _N °	B _N °	P _N °
8.27.	10 20.9	+10 18	151.17	31.66	153 18	22 19 10	242.95	7.08	19.60
8.28.	10 24.6	+9 57	151.13	31.66	154 16	22 23 06	229.74	7.11	19.88
8.29.	10 28.2	+9 36	151.10	31.67	155 14	22 27 03	216.53	7.13	20.16
8.30.	10 31.9	+9 14	151.07	31.68	156 12	22 30 59	203.32	7.15	20.43
8.31.	10 35.5	+8 53	151.03	31.68	157 10	22 34 56	190.11	7.17	20.69
9.01.	10 39.1	+8 31	151.00	31.69	158 08	22 38 53	176.90	7.19	20.95
9.02.	10 42.8	+8 10	150.96	31.70	159 06	22 42 49	163.69	7.20	21.20
9.03.	10 46.4	+7 48	150.93	31.71	160 04	22 46 46	150.48	7.22	21.45
9.04.	10 50.0	+7 26	150.89	31.71	161 02	22 50 42	137.27	7.23	21.69
9.05.	10 53.6	+7 04	150.86	31.72	162 00	22 54 39	124.06	7.24	21.93
9.06.	10 57.2	+6 41	150.82	31.73	162 58	22 58 35	110.85	7.24	22.16
9.07.	11 00.8	+6 19	150.78	31.74	163 57	23 02 32	97.65	7.25	22.39
9.08.	11 04.4	+5 57	150.75	31.74	164 55	23 06 28	84.44	7.25	22.61
9.09.	11 08.0	+5 34	150.71	31.75	165 53	23 10 25	71.24	7.25	22.82
9.10.	11 11.6	+5 11	150.67	31.76	166 51	23 14 22	58.03	7.25	23.03
9.11.	11 15.2	+4 49	150.63	31.77	167 50	23 18 18	44.83	7.25	23.23
9.12.	11 18.8	+4 26	150.59	31.78	168 48	23 22 15	31.62	7.24	23.43
9.13.	11 22.4	+4 03	150.55	31.79	169 46	23 26 11	18.42	7.23	23.62
9.14.	11 26.0	+3 40	150.51	31.79	170 45	23 30 08	5.22	7.22	23.80
9.15.	11 29.6	+3 17	150.47	31.80	171 43	23 34 04	352.01	7.21	23.98
9.16.	11 33.2	+2 54	150.43	31.81	172 42	23 38 01	338.81	7.20	24.15
9.17.	11 36.8	+2 31	150.39	31.82	173 40	23 41 57	325.61	7.18	24.31
9.18.	11 40.3	+2 08	150.35	31.83	174 39	23 45 54	312.41	7.16	24.47
9.19.	11 43.9	+1 44	150.30	31.84	175 37	23 49 51	299.21	7.14	24.63
9.20.	11 47.5	+1 21	150.26	31.85	176 36	23 53 47	286.01	7.12	24.77
9.21.	11 51.1	+0 58	150.22	31.86	177 35	23 57 44	272.81	7.10	24.91
9.22.	11 54.7	+0 35	150.18	31.86	178 33	0 01 40	259.61	7.07	25.05
9.23.	11 58.3	+0 11	150.14	31.87	179 32	0 05 37	246.41	7.04	25.17
9.24.	12 01.9	-0 12	150.09	31.88	180 31	0 09 33	233.21	7.01	25.29
9.25.	12 05.5	-0 35	150.05	31.89	181 29	0 13 30	220.01	6.98	25.41
9.26.	12 09.1	-0 59	150.01	31.90	182 28	0 17 26	206.81	6.94	25.51
9.27.	12 12.7	-1 22	149.97	31.91	183 27	0 21 23	193.61	6.91	25.61
9.28.	12 16.3	-1 46	149.92	31.92	184 26	0 25 20	180.41	6.87	25.71
9.29.	12 19.9	-2 09	149.88	31.93	185 25	0 29 16	167.22	6.83	25.80
9.30.	12 23.5	-2 32	149.84	31.94	186 23	0 33 13	154.02	6.78	25.88
10.01.	12 27.1	-2 56	149.80	31.95	187 22	0 37 09	140.82	6.74	25.95
10.02.	12 30.7	-3 19	149.76	31.95	188 21	0 41 06	127.63	6.69	26.02
10.03.	12 34.3	-3 42	149.71	31.96	189 20	0 45 02	114.43	6.64	26.07
10.04.	12 38.0	-4 05	149.67	31.97	190 19	0 48 59	101.24	6.59	26.13
10.05.	12 41.6	-4 28	149.63	31.98	191 19	0 52 55	88.04	6.54	26.17
10.06.	12 45.2	-4 52	149.59	31.99	192 18	0 56 52	74.85	6.48	26.21
10.07.	12 48.9	-5 15	149.55	32.00	193 17	1 00 49	61.66	6.43	26.24
10.08.	12 52.5	-5 38	149.50	32.01	194 16	1 04 45	48.46	6.37	26.27
10.09.	12 56.2	-6 00	149.46	32.02	195 15	1 08 42	35.27	6.31	26.28
10.10.	12 59.9	-6 23	149.42	32.03	196 15	1 12 38	22.08	6.24	26.29
10.11.	13 03.5	-6 46	149.37	32.04	197 14	1 16 35	8.89	6.18	26.29
10.12.	13 07.2	-7 09	149.33	32.05	198 13	1 20 31	355.69	6.11	26.29
10.13.	13 10.9	-7 31	149.29	32.05	199 13	1 24 28	342.50	6.04	26.28

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ′	r 10 ⁶ km	ϕ ′	λ ° ′	csillagidő h m s	L _N ° ′	B _N ° ′	P _N ° ′
10.14.	13 14.6	−7 54	149.24	32.06	200 12	1 28 24	329.31	5.97	26.26
10.15.	13 18.3	−8 16	149.20	32.07	201 11	1 32 21	316.12	5.90	26.23
10.16.	13 22.0	−8 38	149.16	32.08	202 11	1 36 18	302.93	5.83	26.19
10.17.	13 25.8	−9 00	149.11	32.09	203 10	1 40 14	289.74	5.75	26.15
10.18.	13 29.5	−9 22	149.07	32.10	204 10	1 44 11	276.55	5.68	26.10
10.19.	13 33.3	−9 44	149.03	32.11	205 10	1 48 07	263.36	5.60	26.04
10.20.	13 37.0	−10 06	148.98	32.12	206 09	1 52 04	250.17	5.52	25.98
10.21.	13 40.8	−10 27	148.94	32.13	207 09	1 56 00	236.98	5.43	25.90
10.22.	13 44.6	−10 49	148.90	32.14	208 08	1 59 57	223.79	5.35	25.82
10.23.	13 48.3	−11 10	148.86	32.15	209 08	2 03 53	210.60	5.26	25.73
10.24.	13 52.1	−11 31	148.82	32.16	210 08	2 07 50	197.41	5.18	25.64
10.25.	13 55.9	−11 52	148.78	32.16	211 08	2 11 47	184.22	5.09	25.53
10.26.	13 59.8	−12 13	148.73	32.17	212 07	2 15 43	171.04	5.00	25.42
10.27.	14 03.6	−12 33	148.69	32.18	213 07	2 19 40	157.85	4.90	25.30
10.28.	14 07.5	−12 53	148.66	32.19	214 07	2 23 36	144.66	4.81	25.17
10.29.	14 11.3	−13 14	148.62	32.20	215 07	2 27 33	131.47	4.72	25.04
10.30.	14 15.2	−13 33	148.58	32.21	216 07	2 31 29	118.28	4.62	24.90
10.31.	14 19.1	−13 53	148.54	32.22	217 07	2 35 26	105.10	4.52	24.75
11.01.	14 23.0	−14 13	148.50	32.22	218 07	2 39 22	91.91	4.42	24.59
11.02.	14 26.9	−14 32	148.46	32.23	219 07	2 43 19	78.72	4.32	24.42
11.03.	14 30.8	−14 51	148.43	32.24	220 07	2 47 16	65.54	4.22	24.25
11.04.	14 34.8	−15 10	148.39	32.25	221 07	2 51 12	52.35	4.11	24.06
11.05.	14 38.7	−15 28	148.35	32.26	222 07	2 55 09	39.17	4.01	23.87
11.06.	14 42.7	−15 47	148.31	32.26	223 07	2 59 05	25.98	3.90	23.67
11.07.	14 46.7	−16 05	148.28	32.27	224 07	3 03 02	12.80	3.80	23.47
11.08.	14 50.7	−16 22	148.24	32.28	225 08	3 06 58	359.61	3.69	23.25
11.09.	14 54.7	−16 40	148.20	32.29	226 08	3 10 55	346.43	3.58	23.03
11.10.	14 58.7	−16 57	148.17	32.30	227 08	3 14 51	333.25	3.47	22.80
11.11.	15 02.7	−17 14	148.13	32.30	228 08	3 18 48	320.06	3.35	22.57
11.12.	15 06.8	−17 31	148.10	32.31	229 09	3 22 45	306.88	3.24	22.32
11.13.	15 10.8	−17 47	148.06	32.32	230 09	3 26 41	293.70	3.13	22.07
11.14.	15 14.9	−18 03	148.03	32.33	231 10	3 30 38	280.51	3.01	21.81
11.15.	15 19.0	−18 19	147.99	32.33	232 10	3 34 34	267.33	2.90	21.54
11.16.	15 23.1	−18 34	147.96	32.34	233 10	3 38 31	254.15	2.78	21.27
11.17.	15 27.2	−18 49	147.93	32.35	234 11	3 42 27	240.96	2.66	20.98
11.18.	15 31.4	−19 04	147.89	32.36	235 11	3 46 24	227.78	2.54	20.69
11.19.	15 35.5	−19 18	147.86	32.36	236 12	3 50 20	214.60	2.42	20.40
11.20.	15 39.7	−19 32	147.83	32.37	237 12	3 54 17	201.42	2.30	20.09
11.21.	15 43.9	−19 46	147.80	32.38	238 13	3 58 14	188.24	2.18	19.78
11.22.	15 48.1	−19 59	147.77	32.38	239 14	4 02 10	175.05	2.06	19.46
11.23.	15 52.3	−20 12	147.74	32.39	240 14	4 06 07	161.87	1.94	19.13
11.24.	15 56.5	−20 24	147.71	32.40	241 15	4 10 03	148.69	1.81	18.80
11.25.	16 00.7	−20 37	147.68	32.40	242 15	4 14 00	135.51	1.69	18.46
11.26.	16 04.9	−20 48	147.65	32.41	243 16	4 17 56	122.33	1.56	18.11
11.27.	16 09.2	−21 00	147.63	32.42	244 17	4 21 53	109.15	1.44	17.76
11.28.	16 13.5	−21 11	147.60	32.42	245 17	4 25 49	95.97	1.31	17.40
11.29.	16 17.7	−21 22	147.58	32.43	246 18	4 29 46	82.79	1.19	17.04
11.30.	16 22.0	−21 32	147.55	32.43	247 19	4 33 42	69.61	1.06	16.66

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ′	r 10 ⁶ km	φ ′	λ ° ′	csillagidő h m s	L_N °	B_N °	P_N °
12.01.	16 26.3	-21 42	147.53	32.44	248 20	4 37 39	56.43	0.93	16.28
12.02.	16 30.6	-21 51	147.50	32.44	249 21	4 41 36	43.25	0.81	15.90
12.03.	16 35.0	-22 00	147.48	32.45	250 21	4 45 32	30.07	0.68	15.51
12.04.	16 39.3	-22 09	147.46	32.45	251 22	4 49 29	16.90	0.55	15.11
12.05.	16 43.6	-22 17	147.44	32.46	252 23	4 53 25	3.72	0.42	14.71
12.06.	16 48.0	-22 24	147.42	32.46	253 24	4 57 22	350.54	0.30	14.30
12.07.	16 52.4	-22 32	147.40	32.47	254 25	5 01 18	337.36	0.17	13.89
12.08.	16 56.7	-22 38	147.38	32.47	255 26	5 05 15	324.19	0.04	13.47
12.09.	17 01.1	-22 45	147.36	32.47	256 27	5 09 11	311.01	-0.09	13.05
12.10.	17 05.5	-22 51	147.34	32.48	257 28	5 13 08	297.83	-0.22	12.62
12.11.	17 09.9	-22 56	147.32	32.48	258 29	5 17 05	284.66	-0.34	12.19
12.12.	17 14.3	-23 01	147.30	32.49	259 30	5 21 01	271.48	-0.47	11.75
12.13.	17 18.7	-23 06	147.28	32.49	260 31	5 24 58	258.31	-0.60	11.31
12.14.	17 23.1	-23 10	147.27	32.49	261 32	5 28 54	245.13	-0.73	10.87
12.15.	17 27.5	-23 14	147.25	32.50	262 33	5 32 51	231.96	-0.86	10.42
12.16.	17 32.0	-23 17	147.24	32.50	263 34	5 36 47	218.78	-0.98	9.96
12.17.	17 36.4	-23 20	147.22	32.50	264 35	5 40 44	205.61	-1.11	9.51
12.18.	17 40.8	-23 22	147.21	32.51	265 36	5 44 40	192.43	-1.24	9.05
12.19.	17 45.3	-23 24	147.19	32.51	266 37	5 48 37	179.26	-1.36	8.59
12.20.	17 49.7	-23 25	147.18	32.51	267 38	5 52 34	166.08	-1.49	8.12
12.21.	17 54.1	-23 26	147.17	32.52	268 39	5 56 30	152.91	-1.61	7.65
12.22.	17 58.6	-23 26	147.16	32.52	269 40	6 00 27	139.74	-1.74	7.18
12.23.	18 03.0	-23 26	147.15	32.52	270 41	6 04 23	126.56	-1.86	6.71
12.24.	18 07.4	-23 26	147.14	32.52	271 43	6 08 20	113.39	-1.99	6.23
12.25.	18 11.9	-23 25	147.13	32.52	272 44	6 12 16	100.22	-2.11	5.76
12.26.	18 16.3	-23 23	147.13	32.53	273 45	6 16 13	87.04	-2.23	5.28
12.27.	18 20.8	-23 21	147.12	32.53	274 46	6 20 09	73.87	-2.36	4.80
12.28.	18 25.2	-23 19	147.12	32.53	275 47	6 24 06	60.70	-2.48	4.31
12.29.	18 29.6	-23 16	147.11	32.53	276 48	6 28 03	47.53	-2.60	3.83
12.30.	18 34.1	-23 12	147.11	32.53	277 49	6 31 59	34.36	-2.72	3.35
12.31.	18 38.5	-23 09	147.11	32.53	278 50	6 35 56	21.18	-2.84	2.86

A Föld napközében: 1.03.13^hA Föld naptávolban: 7.06.23^h

A Carrington-rotációk kezdete

sorszám	hónap	nap	sorszám	hónap	nap
1945.	1.	12.054	1952.	7.	21.920
1946.	2.	8.395	1953.	8.	18.143
1947.	3.	7.730	1954.	9.	14.395
1948.	4.	4.035	1955.	10.	11.673
1949.	5.	1.297	1956.	11.	7.970
1950.	5.	28.519	1957.	12.	5.282
1951.	6.	24.718			

A Hold adatai

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	Δ km	φ '	fázis	C _N °	L _H °	B _H °	P _H °
1.01.	5 38.8	+18 59	364 900	32.75	0.981	72.27	2.68	5.67	-1.32
1.02.	6 40.5	+19 34	367 400	32.53	0.999	84.40	4.09	4.61	5.11
1.03.	7 41.1	+18 53	371 200	32.19	0.989	96.52	5.21	3.26	11.12
1.04.	8 39.4	+17 02	376 000	31.78	0.955	108.65	5.94	1.75	16.24
1.05.	9 34.6	+14 17	381 400	31.33	0.899	120.78	6.26	0.18	20.22
1.06.	10 26.8	+10 53	387 000	30.87	0.827	132.91	6.16	-1.36	22.94
1.07.	11 16.1	+7 04	392 400	30.45	0.744	145.05	5.68	-2.78	24.42
1.08.	12 03.3	+3 03	397 100	30.09	0.653	157.20	4.88	-4.04	24.73
1.09.	12 49.2	-1 00	400 900	29.81	0.558	169.35	3.84	-5.09	23.96
1.10.	13 34.3	-4 57	403 400	29.62	0.463	181.50	2.64	-5.90	22.23
1.11.	14 19.6	-8 40	404 700	29.53	0.370	193.67	1.36	-6.45	19.60
1.12.	15 05.7	-12 03	404 700	29.53	0.282	205.84	0.07	-6.73	16.15
1.13.	15 53.0	-14 57	403 500	29.62	0.201	218.01	-1.15	-6.71	11.98
1.14.	16 42.1	-17 15	401 300	29.78	0.130	230.19	-2.25	-6.41	7.18
1.15.	17 32.9	-18 50	398 300	30.00	0.072	242.37	-3.19	-5.81	1.93
1.16.	18 25.4	-19 32	394 800	30.27	0.030	254.56	-3.94	-4.92	-3.56
1.17.	19 19.1	-19 16	391 000	30.56	0.005	266.75	-4.47	-3.79	-9.00
1.18.	20 13.3	-18 01	387 300	30.86	0.002	278.94	-4.79	-2.44	-14.05
1.19.	21 07.5	-15 47	383 700	31.14	0.020	291.13	-4.89	-0.93	-18.40
1.20.	22 01.2	-12 41	380 500	31.41	0.061	303.32	-4.79	0.65	-21.74
1.21.	22 54.3	-8 52	377 700	31.64	0.123	315.50	-4.48	2.21	-23.89
1.22.	23 46.8	-4 33	375 200	31.85	0.205	327.68	-3.98	3.67	-24.73
1.23.	0 39.2	+0 03	373 200	32.02	0.302	339.86	-3.31	4.94	-24.20
1.24.	1 32.0	+4 41	371 600	32.16	0.410	352.02	-2.47	5.92	-22.32
1.25.	2 25.0	+9 06	370 300	32.27	0.524	4.18	-1.49	6.55	-19.15
1.26.	3 21.5	+13 01	369 500	32.34	0.637	16.34	-0.40	6.79	-14.80
1.27.	4 18.8	+16 12	369 300	32.36	0.743	28.49	0.75	6.61	-9.48
1.28.	5 17.7	+18 25	369 700	32.32	0.836	40.63	1.89	6.02	-3.49
1.29.	6 17.7	+19 27	370 900	32.21	0.912	52.76	2.95	5.06	2.78
1.30.	7 17.4	+19 17	373 100	32.03	0.965	64.90	3.85	3.80	8.86
1.31.	8 15.9	+17 55	376 100	31.78	0.994	77.03	4.54	2.33	14.29
2.01.	9 12.2	+15 33	379 800	31.46	0.999	89.16	4.96	0.75	18.74
2.02.	10 05.9	+12 23	384 200	31.11	0.980	101.29	5.08	-0.83	21.98
2.03.	10 56.9	+8 41	388 800	30.74	0.940	113.42	4.89	-2.34	23.97
2.04.	11 45.6	+4 41	393 300	30.38	0.882	125.56	4.39	-3.70	24.72
2.05.	12 32.6	+0 34	397 400	30.07	0.811	137.70	3.63	-4.85	24.33
2.06.	13 18.5	-3 29	400 800	29.81	0.730	149.85	2.64	-5.76	22.91
2.07.	14 04.1	-7 20	403 200	29.64	0.641	162.00	1.49	-6.40	20.56
2.08.	14 49.0	-10 51	404 300	29.56	0.548	174.16	0.25	-6.76	17.37
2.09.	15 36.7	-13 56	404 100	29.57	0.454	186.32	-1.02	-6.83	13.44
2.10.	16 24.9	-16 28	402 600	29.68	0.361	198.49	-2.24	-6.61	8.87
2.11.	17 14.7	-18 18	400 000	29.88	0.272	210.67	-3.33	-6.09	3.80
2.12.	18 06.2	-19 20	396 300	30.15	0.189	222.85	-4.24	-5.30	-1.59
2.13.	18 59.2	-19 27	391 900	30.49	0.117	235.04	-4.91	-4.23	-7.06
2.14.	19 53.4	-18 34	387 200	30.86	0.059	247.23	-5.29	-2.94	-12.29
2.15.	20 48.1	-16 41	382 500	31.24	0.019	259.43	-5.37	-1.46	-16.95

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	Δ km	ϕ '	fázis	C_N °	L_H °	B_H °	P_H °
2.16.	21 42.9	-13 50	378 200	31.60	0.001	271.63	-5.14	0.14	-20.72
2.17.	22 37.3	-10 10	374 500	31.91	0.007	283.83	-4.61	1.76	-23.33
2.18.	23 31.3	-5 53	371 600	32.16	0.038	296.03	-3.82	3.31	-24.61
2.19.	0 25.1	-1 13	369 700	32.32	0.094	308.22	-2.83	4.67	-24.45
2.20.	1 18.0	+3 32	368 800	32.40	0.172	320.41	-1.70	5.75	-22.87
2.21.	2 13.4	+8 06	368 700	32.41	0.267	332.60	-0.52	6.47	-19.95
2.22.	3 08.9	+12 11	369 300	32.35	0.375	344.78	0.65	6.79	-15.82
2.23.	4 05.7	+15 33	370 500	32.25	0.488	356.95	1.74	6.69	-10.72
2.24.	5 03.5	+17 59	372 100	32.11	0.602	9.12	2.70	6.19	-4.93
2.25.	6 02.1	+19 18	374 100	31.94	0.708	21.28	3.50	5.32	1.18
2.26.	7 00.6	+19 27	376 400	31.74	0.804	33.44	4.12	4.16	7.21
2.27.	7 58.1	+18 27	379 100	31.52	0.883	45.59	4.54	2.77	12.73
2.28.	8 53.9	+16 26	382 100	31.28	0.943	57.73	4.74	1.25	17.40
3.01.	9 47.6	+13 33	385 400	31.01	0.982	69.88	4.74	-0.32	21.00
3.02.	10 38.9	+10 03	388 900	30.73	0.999	82.02	4.51	-1.84	23.39
3.03.	11 28.2	+6 08	392 600	30.44	0.994	94.16	4.08	-3.25	24.56
3.04.	12 15.8	+2 01	396 100	30.17	0.970	106.31	3.43	-4.47	24.57
3.05.	13 02.3	-2 06	399 400	29.92	0.927	118.46	2.59	-5.46	23.49
3.06.	13 48.3	-6 04	402 000	29.72	0.869	130.61	1.58	-6.18	21.44
3.07.	14 34.2	-9 45	403 900	29.59	0.798	142.77	0.43	-6.63	18.51
3.08.	15 20.8	-13 01	404 700	29.53	0.717	154.93	-0.80	-6.78	14.80
3.09.	16 08.3	-15 44	404 400	29.55	0.629	167.09	-2.08	-6.65	10.45
3.10.	16 57.1	-17 49	402 700	29.67	0.536	179.27	-3.32	-6.23	5.57
3.11.	17 47.4	-19 08	399 900	29.88	0.440	191.45	-4.45	-5.53	0.34
3.12.	18 39.2	-19 35	395 900	30.19	0.345	203.63	-5.41	-4.57	-5.04
3.13.	19 32.2	-19 05	391 000	30.56	0.253	215.83	-6.10	-3.38	-10.31
3.14.	20 26.1	-17 36	385 500	31.00	0.169	228.02	-6.46	-1.99	-15.17
3.15.	21 20.5	-15 09	379 800	31.46	0.097	240.23	-6.45	-0.45	-19.31
3.16.	22 15.1	-11 46	374 400	31.91	0.042	252.44	-6.02	1.15	-22.41
3.17.	23 09.8	-7 39	369 800	32.32	0.009	264.65	-5.19	2.73	-24.25
3.18.	0 04.6	-2 59	366 200	32.63	0.001	276.86	-3.99	4.18	-24.66
3.19.	0 59.8	+1 55	364 000	32.83	0.022	289.07	-2.52	5.37	-23.56
3.20.	1 55.8	+6 44	363 300	32.89	0.070	301.28	-0.89	6.22	-20.99
3.21.	2 52.7	+11 10	363 900	32.83	0.143	313.49	0.75	6.65	-17.09
3.22.	3 50.7	+14 52	365 800	32.67	0.236	325.70	2.27	6.64	-12.10
3.23.	4 49.6	+17 37	368 600	32.42	0.341	337.89	3.57	6.21	-6.33
3.24.	5 48.8	+19 13	372 000	32.13	0.453	350.09	4.58	5.40	-0.18
3.25.	6 47.6	+19 38	375 700	31.81	0.565	2.27	5.28	4.29	5.91
3.26.	7 45.1	+18 53	379 500	31.48	0.671	14.45	5.65	2.96	11.54
3.27.	8 40.7	+17 06	383 400	31.17	0.767	26.62	5.74	1.49	16.37
3.28.	9 33.0	+14 26	387 000	30.87	0.850	38.79	5.58	-0.03	20.18
3.29.	10 25.0	+11 06	390 600	30.60	0.915	50.96	5.19	-1.52	22.84
3.30.	11 14.1	+7 19	393 900	30.34	0.963	63.12	4.63	-2.91	24.33
3.31.	12 01.6	+3 15	397 000	30.10	0.990	75.28	3.91	-4.14	24.66
4.01.	12 47.0	-0 53	399 700	29.89	0.999	87.44	3.05	-5.16	23.90
4.02.	13 33.9	-4 56	402 100	29.72	0.988	99.60	2.06	-5.93	22.14
4.03.	14 19.8	-8 45	404 000	29.58	0.959	111.76	0.96	-6.43	19.46
4.04.	15 06.2	-12 11	405 200	29.49	0.914	123.93	-0.23	-6.64	15.98

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	Δ km	φ '	fázis	C_N °	L_H °	B_H °	P_H °
4.05.	15 53.4	-15 07	405 600	29.46	0.855	136.10	-1.49	-6.56	11.82
4.06.	16 41.8	-17 25	405 000	29.51	0.783	148.27	-2.78	-6.20	7.10
4.07.	17 31.3	-18 59	403 300	29.63	0.700	160.45	-4.04	-5.57	1.99
4.08.	18 22.0	-19 43	400 400	29.85	0.610	172.64	-5.22	-4.70	-3.30
4.09.	19 13.7	-19 34	396 400	30.15	0.513	184.83	-6.24	-3.60	-8.55
4.10.	20 06.3	-18 27	391 400	30.53	0.414	197.03	-7.01	-2.30	-13.48
4.11.	20 59.3	-16 23	385 700	30.98	0.315	209.23	-7.44	-0.87	-17.81
4.12.	21 52.7	-13 24	379 500	31.49	0.221	221.44	-7.47	0.66	-21.28
4.13.	22 46.4	-9 36	373 400	32.00	0.136	233.66	-7.03	2.20	-23.63
4.14.	23 40.6	-5 08	367 900	32.48	0.068	245.88	-6.11	3.66	-24.65
4.15.	0 35.6	-0 15	363 300	32.89	0.022	258.11	-4.72	4.92	-24.20
4.16.	1 31.8	+4 45	360 300	33.17	0.002	270.34	-2.96	5.88	-22.23
4.17.	2 29.5	+9 32	358 900	33.29	0.012	282.56	-0.97	6.45	-18.78
4.18.	3 28.8	+13 43	359 400	33.25	0.052	294.79	1.07	6.56	-14.04
4.19.	4 29.5	+16 59	361 600	33.05	0.118	307.02	2.96	6.21	-8.31
4.20.	5 30.8	+19 04	365 200	32.72	0.205	319.24	4.56	5.46	-2.03
4.21.	6 31.7	+19 52	369 700	32.32	0.306	331.46	5.77	4.37	4.31
4.22.	7 31.1	+19 24	374 800	31.89	0.414	343.67	6.54	3.05	10.23
4.23.	8 28.1	+17 49	380 000	31.45	0.524	355.87	6.89	1.59	15.35
4.24.	9 22.3	+15 18	385 000	31.03	0.629	8.07	6.86	0.08	19.43
4.25.	10 13.8	+12 05	389 700	30.66	0.725	20.26	6.51	-1.39	22.34
4.26.	11 02.9	+8 22	393 900	30.34	0.810	32.45	5.91	-2.77	24.08
4.27.	11 50.2	+4 22	397 400	30.07	0.881	44.63	5.11	-3.99	24.66
4.28.	12 36.3	+0 13	400 400	29.84	0.937	56.81	4.17	-5.01	24.16
4.29.	13 21.9	-3 52	402 800	29.67	0.975	68.99	3.12	-5.79	22.66
4.30.	14 07.5	-7 47	404 600	29.54	0.995	81.17	1.99	-6.30	20.23
5.01.	14 53.5	-11 23	405 700	29.45	0.997	93.34	0.79	-6.54	16.96
5.02.	15 40.5	-14 30	406 300	29.41	0.981	105.52	-0.46	-6.49	12.97
5.03.	16 28.5	-17 01	406 100	29.43	0.948	117.70	-1.74	-6.15	8.38
5.04.	17 17.7	-18 50	405 100	29.50	0.899	129.88	-3.03	-5.55	3.37
5.05.	18 08.0	-19 50	403 300	29.63	0.836	142.07	-4.28	-4.71	-1.88
5.06.	18 59.2	-19 56	400 500	29.84	0.759	154.26	-5.46	-3.65	-7.12
5.07.	19 50.8	-19 08	396 700	30.12	0.672	166.46	-6.49	-2.42	-12.09
5.08.	20 42.7	-17 23	392 100	30.48	0.575	178.66	-7.30	-1.04	-16.55
5.09.	21 34.7	-14 45	386 600	30.91	0.473	190.87	-7.80	0.42	-20.23
5.10.	22 26.7	-11 18	380 700	31.39	0.369	203.09	-7.91	1.90	-22.91
5.11.	23 19.2	-7 10	374 500	31.91	0.267	215.31	-7.57	3.32	-24.40
5.12.	0 12.4	-2 30	368 600	32.42	0.173	227.54	-6.71	4.60	-24.55
5.13.	1 06.9	+2 27	363 500	32.87	0.094	239.77	-5.37	5.62	-23.25
5.14.	2 03.4	+7 24	359 700	33.22	0.037	252.01	-3.58	6.30	-20.47
5.15.	3 02.0	+11 58	357 500	33.43	0.006	264.25	-1.50	6.54	-16.27
5.16.	4 02.0	+15 47	357 200	33.45	0.006	276.50	0.69	6.32	-10.86
5.17.	5 05.6	+18 30	358 900	33.29	0.036	288.74	2.79	5.65	-4.61
5.18.	6 08.8	+19 54	362 300	32.98	0.094	300.98	4.61	4.59	1.96
5.19.	7 10.0	+19 55	367 100	32.55	0.173	313.22	6.02	3.26	8.29
5.20.	8 10.8	+18 40	372 700	32.06	0.268	325.45	6.96	1.76	13.89
5.21.	9 07.6	+16 20	378 800	31.55	0.371	337.67	7.41	0.21	18.41
5.22.	10 00.0	+13 13	384 700	31.06	0.477	349.89	7.43	-1.31	21.71

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	Δ km	\varnothing '	fázis	C_N °	L_H °	B_H °	P_H °
5.23.	10 51.4	+9 32	390 200	30.62	0.580	2.11	7.07	-2.72	23.76
5.24.	11 39.4	+5 32	395 000	30.25	0.677	14.32	6.41	-3.96	24.61
5.25.	12 25.7	+1 23	399 000	29.95	0.765	26.52	5.51	-4.99	24.35
5.26.	13 11.2	-2 46	402 100	29.71	0.842	38.72	4.46	-5.78	23.07
5.27.	13 56.4	-6 46	404 400	29.55	0.904	50.91	3.30	-6.31	20.86
5.28.	14 42.1	-10 28	405 700	29.45	0.952	63.11	2.07	-6.56	17.80
5.29.	15 28.6	-13 46	406 400	29.41	0.984	75.30	0.80	-6.53	13.99
5.30.	16 16.3	-16 30	406 200	29.41	0.998	87.49	-0.47	-6.21	9.54
5.31.	17 05.4	-18 33	405 500	29.47	0.994	99.68	-1.74	-5.62	4.61
6.01.	17 55.6	-19 48	404 000	29.58	0.972	111.87	-2.97	-4.78	-0.61
6.02.	18 46.7	-20 10	402 000	29.73	0.933	124.06	-4.15	-3.73	-5.88
6.03.	19 38.3	-19 37	399 200	29.93	0.877	136.25	-5.24	-2.50	-10.94
6.04.	20 29.9	-18 08	395 700	30.20	0.806	148.45	-6.18	-1.13	-15.52
6.05.	21 21.3	-15 46	391 600	30.51	0.721	160.66	-6.93	0.31	-19.37
6.06.	22 12.4	-12 35	386 900	30.89	0.625	172.87	-7.40	1.77	-22.28
6.07.	23 03.4	-8 44	381 700	31.31	0.521	185.08	-7.53	3.17	-24.08
6.08.	23 54.7	-4 20	376 200	31.77	0.412	197.31	-7.26	4.45	-24.64
6.09.	0 46.0	+0 26	370 800	32.23	0.304	209.54	-6.53	5.50	-23.87
6.10.	1 40.8	+5 18	365 800	32.66	0.204	221.77	-5.35	6.25	-21.72
6.11.	2 36.0	+10 00	361 800	33.03	0.117	234.02	-3.75	6.61	-18.17
6.12.	3 35.9	+14 10	359 200	33.27	0.051	246.26	-1.85	6.52	-13.34
6.13.	4 37.4	+17 27	358 200	33.36	0.011	258.51	0.21	5.98	-7.45
6.14.	5 40.7	+19 31	359 100	33.28	0.002	270.76	2.23	5.01	-0.93
6.15.	6 44.5	+20 12	361 800	33.03	0.022	283.02	4.06	3.71	5.67
6.16.	7 47.0	+19 28	366 000	32.65	0.071	295.27	5.53	2.19	11.76
6.17.	8 46.8	+17 31	371 400	32.17	0.141	307.51	6.58	0.56	16.87
6.18.	9 43.1	+14 34	377 500	31.66	0.227	319.76	7.15	-1.05	20.72
6.19.	10 35.0	+10 58	383 700	31.14	0.324	331.99	7.27	-2.55	23.24
6.20.	11 25.8	+6 57	389 600	30.67	0.425	344.22	7.00	-3.87	24.46
6.21.	12 13.4	+2 44	394 800	30.27	0.525	356.45	6.38	-4.97	24.50
6.22.	12 59.5	-1 30	399 100	29.94	0.623	8.67	5.50	-5.82	23.47
6.23.	13 44.9	-5 35	402 400	29.70	0.713	20.88	4.43	-6.38	21.47
6.24.	14 30.4	-9 25	404 600	29.54	0.795	33.09	3.23	-6.67	18.62
6.25.	15 16.6	-12 51	405 700	29.46	0.866	45.29	1.97	-6.67	14.99
6.26.	16 03.9	-15 46	405 800	29.45	0.923	57.50	0.69	-6.38	10.71
6.27.	16 52.6	-18 03	405 100	29.50	0.966	69.69	-0.57	-5.81	5.89
6.28.	17 42.6	-19 34	403 700	29.60	0.991	81.89	-1.78	-4.99	0.71
6.29.	18 33.8	-20 12	401 600	29.75	0.999	94.08	-2.92	-3.94	-4.60
6.30.	19 25.7	-19 55	399 100	29.94	0.988	106.28	-3.95	-2.70	-9.77
7.01.	20 17.8	-18 40	396 200	30.16	0.958	118.47	-4.85	-1.31	-14.51
7.02.	21 09.6	-16 31	392 900	30.41	0.909	130.67	-5.59	0.15	-18.57
7.03.	22 00.8	-13 32	389 300	30.70	0.842	142.87	-6.12	1.63	-21.70
7.04.	22 51.6	-9 51	385 300	31.01	0.759	155.08	-6.42	3.06	-23.75
7.05.	23 42.1	-5 38	381 200	31.35	0.663	167.29	-6.42	4.35	-24.61
7.06.	0 32.9	-1 03	376 900	31.71	0.556	179.51	-6.10	5.44	-24.19
7.07.	1 24.8	+3 42	372 600	32.07	0.445	191.73	-5.43	6.24	-22.47
7.08.	2 18.4	+8 21	368 600	32.41	0.333	203.96	-4.42	6.68	-19.45
7.09.	3 14.4	+12 38	365 300	32.71	0.228	216.20	-3.08	6.72	-15.18

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	Δ km	ø '	fázis	C _N °	L _H °	B _H °	P _H °
7.10.	4 13.1	+16 13	362 900	32.92	0.136	228.44	-1.51	6.31	-9.82
7.11.	5 14.4	+18 47	361 800	33.03	0.065	240.69	0.20	5.48	-3.65
7.12.	6 17.2	+20 05	362 200	32.99	0.018	252.94	1.91	4.28	2.89
7.13.	7 20.2	+19 59	364 200	32.81	0.000	265.20	3.48	2.80	9.23
7.14.	8 21.7	+18 33	367 600	32.51	0.011	277.45	4.80	1.16	14.84
7.15.	9 20.5	+15 58	372 200	32.10	0.049	289.70	5.78	-0.52	19.30
7.16.	10 15.9	+12 33	377 600	31.64	0.108	301.95	6.37	-2.13	22.41
7.17.	11 08.0	+8 34	383 400	31.16	0.185	314.20	6.55	-3.57	24.14
7.18.	11 57.5	+4 19	389 100	30.71	0.272	326.44	6.35	-4.78	24.59
7.19.	12 44.9	-0 01	394 300	30.30	0.367	338.67	5.80	-5.73	23.88
7.20.	13 31.2	-4 14	398 700	29.97	0.465	350.90	4.98	-6.38	22.14
7.21.	14 17.0	-8 12	401 900	29.73	0.562	3.13	3.94	-6.74	19.50
7.22.	15 03.2	-11 48	404 000	29.58	0.655	15.34	2.76	-6.80	16.08
7.23.	15 50.1	-14 54	404 900	29.51	0.742	27.55	1.50	-6.57	11.97
7.24.	16 38.3	-17 23	404 600	29.53	0.820	39.76	0.22	-6.06	7.29
7.25.	17 27.0	-19 09	403 300	29.63	0.887	51.96	-1.01	-5.28	2.20
7.26.	18 18.0	-20 05	401 200	29.79	0.940	64.16	-2.15	-4.26	-3.10
7.27.	19 10.0	-20 05	398 400	29.99	0.978	76.35	-3.15	-3.04	-8.35
7.28.	20 03.5	-19 07	395 200	30.23	0.998	88.55	-3.99	-1.66	-13.28
7.29.	20 56.0	-17 11	391 800	30.50	0.997	100.74	-4.64	-0.18	-17.58
7.30.	21 48.1	-14 23	388 400	30.77	0.976	112.93	-5.06	1.34	-21.01
7.31.	22 39.6	-10 50	384 900	31.04	0.933	125.12	-5.26	2.81	-23.36
8.01.	23 30.6	-6 42	381 600	31.31	0.870	137.32	-5.22	4.17	-24.50
8.02.	0 21.5	-2 10	378 500	31.57	0.788	149.52	-4.93	5.31	-24.37
8.03.	1 12.8	+2 33	375 500	31.82	0.692	161.73	-4.40	6.17	-22.95
8.04.	2 05.2	+7 11	372 800	32.05	0.584	173.94	-3.64	6.69	-20.26
8.05.	2 59.4	+11 30	370 400	32.26	0.470	186.15	-2.68	6.81	-16.38
8.06.	3 55.8	+15 13	368 500	32.43	0.356	198.38	-1.55	6.52	-11.43
8.07.	4 54.6	+18 03	367 200	32.55	0.249	210.61	-0.31	5.82	-5.65
8.08.	5 55.2	+19 45	366 700	32.59	0.155	222.85	0.98	4.74	0.63
8.09.	6 56.7	+20 10	367 300	32.54	0.080	235.09	2.23	3.37	6.93
8.10.	7 57.8	+19 15	368 900	32.39	0.028	247.33	3.38	1.78	12.76
8.11.	8 57.1	+17 08	371 700	32.15	0.003	259.58	4.35	0.11	17.65
8.12.	9 53.8	+14 02	375 500	31.83	0.004	271.83	5.07	-1.54	21.30
8.13.	10 47.6	+10 13	380 000	31.45	0.029	284.08	5.50	-3.06	23.59
8.14.	11 38.6	+6 00	385 000	31.04	0.077	296.32	5.62	-4.39	24.54
8.15.	12 27.5	+1 36	390 000	30.64	0.142	308.56	5.41	-5.45	24.23
8.16.	13 14.9	-2 45	394 700	30.27	0.220	320.80	4.88	-6.22	22.83
8.17.	14 01.5	-6 53	398 700	29.97	0.307	333.03	4.09	-6.67	20.45
8.18.	14 47.9	-10 39	401 800	29.74	0.399	345.25	3.08	-6.82	17.24
8.19.	15 34.9	-13 57	403 600	29.60	0.494	357.47	1.91	-6.67	13.32
8.20.	16 22.7	-16 40	404 300	29.56	0.589	9.69	0.65	-6.24	8.81
8.21.	17 11.8	-18 40	403 600	29.61	0.680	21.89	-0.63	-5.53	3.85
8.22.	18 02.2	-19 53	401 800	29.74	0.766	34.09	-1.85	-4.59	-1.38
8.23.	18 53.7	-20 11	398 900	29.95	0.842	46.29	-2.94	-3.43	-6.66
8.24.	19 46.1	-19 32	395 400	30.22	0.907	58.48	-3.85	-2.09	-11.72
8.25.	20 38.9	-17 55	391 300	30.54	0.957	70.67	-4.51	-0.63	-16.27
8.26.	21 31.6	-15 22	387 100	30.87	0.989	82.85	-4.89	0.89	-20.03

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	Δ km	ϕ '	fázis	C_N °	L_H °	B_H °	P_H °
8.27.	22 24.0	-11 58	383 100	31.19	1.000	95.03	-4.97	2.40	-22.76
8.28.	23 16.1	-7 54	379 400	31.50	0.987	107.21	-4.76	3.81	-24.28
8.29.	0 07.0	-3 21	376 200	31.76	0.951	119.39	-4.27	5.03	-24.50
8.30.	1 00.1	+1 25	373 700	31.98	0.892	131.58	-3.54	5.97	-23.38
8.31.	1 52.9	+6 10	371 800	32.14	0.812	143.76	-2.64	6.56	-20.96
9.01.	2 47.0	+10 38	370 600	32.24	0.716	155.96	-1.62	6.76	-17.31
9.02.	3 42.8	+14 30	370 000	32.30	0.607	168.15	-0.54	6.55	-12.60
9.03.	4 40.5	+17 32	369 800	32.31	0.493	180.36	0.53	5.94	-7.04
9.04.	5 39.6	+19 30	370 200	32.28	0.379	192.57	1.55	4.96	-0.96
9.05.	6 39.7	+20 14	371 100	32.20	0.272	204.79	2.48	3.69	5.23
9.06.	7 39.5	+19 42	372 600	32.07	0.177	217.01	3.31	2.20	11.09
9.07.	8 38.0	+17 59	374 600	31.90	0.100	229.24	3.99	0.60	16.18
9.08.	9 34.4	+15 13	377 300	31.67	0.043	241.47	4.52	-1.02	20.18
9.09.	10 28.4	+11 39	380 600	31.40	0.010	253.70	4.87	-2.56	22.91
9.10.	11 20.0	+7 33	384 300	31.09	0.001	265.94	5.00	-3.93	24.32
9.11.	12 09.6	+3 11	388 400	30.77	0.014	278.17	4.90	-5.07	24.45
9.12.	12 57.7	-1 15	392 600	30.44	0.048	290.41	4.56	-5.92	23.42
9.13.	13 44.8	-5 31	396 500	30.14	0.100	302.64	3.96	-6.47	21.36
9.14.	14 31.7	-9 29	399 900	29.88	0.167	314.86	3.13	-6.71	18.41
9.15.	15 18.7	-13 00	402 500	29.69	0.245	327.09	2.10	-6.64	14.69
9.16.	16 06.4	-15 57	404 000	29.58	0.331	339.30	0.91	-6.28	10.35
9.17.	16 55.1	-18 12	404 400	29.55	0.422	351.51	-0.38	-5.65	5.53
9.18.	17 44.8	-19 41	403 400	29.62	0.517	3.71	-1.69	-4.78	0.39
9.19.	18 35.6	-20 18	401 200	29.78	0.611	15.91	-2.94	-3.70	-4.85
9.20.	19 27.2	-20 00	397 900	30.03	0.703	28.10	-4.05	-2.44	-9.96
9.21.	20 19.5	-18 43	393 600	30.36	0.789	40.28	-4.92	-1.05	-14.68
9.22.	21 11.9	-16 30	388 700	30.74	0.866	52.46	-5.49	0.43	-18.73
9.23.	22 04.4	-13 23	383 600	31.15	0.928	64.64	-5.69	1.92	-21.86
9.24.	22 56.9	-9 29	378 500	31.57	0.973	76.80	-5.50	3.35	-23.85
9.25.	23 49.4	-5 00	374 100	31.95	0.996	88.97	-4.92	4.63	-24.55
9.26.	0 42.4	-0 08	370 400	32.26	0.995	101.13	-3.98	5.65	-23.88
9.27.	1 36.3	+4 48	367 900	32.48	0.966	113.30	-2.77	6.34	-21.81
9.28.	2 31.4	+9 32	366 500	32.60	0.913	125.46	-1.39	6.63	-18.43
9.29.	3 28.1	+13 43	366 300	32.62	0.836	137.63	0.03	6.49	-13.88
9.30.	4 26.5	+17 04	367 100	32.55	0.741	149.81	1.39	5.94	-8.40
10.01.	5 26.1	+19 20	368 700	32.41	0.633	161.99	2.59	5.01	-2.34
10.02.	6 26.3	+20 21	370 900	32.22	0.520	174.17	3.58	3.79	3.88
10.03.	7 25.9	+20 06	373 600	31.99	0.408	186.36	4.33	2.36	9.82
10.04.	8 24.1	+18 39	376 500	31.74	0.301	198.56	4.87	0.81	15.05
10.05.	9 20.1	+16 08	379 600	31.48	0.206	210.77	5.19	-0.76	19.26
10.06.	10 13.6	+12 48	382 800	31.22	0.127	222.98	5.33	-2.26	22.27
10.07.	11 04.9	+8 52	386 100	30.95	0.065	235.19	5.28	-3.62	24.01
10.08.	11 54.3	+4 35	389 500	30.68	0.024	247.41	5.07	-4.77	24.51
10.09.	12 42.2	+0 09	393 000	30.41	0.004	259.63	4.68	-5.66	23.84
10.10.	13 29.3	-4 13	396 300	30.15	0.004	271.85	4.11	-6.26	22.11
10.11.	14 16.2	-8 20	399 300	29.92	0.025	284.07	3.35	-6.55	19.43
10.12.	15 03.2	-12 04	402 000	29.73	0.063	296.28	2.41	-6.54	15.94
10.13.	15 50.8	-15 14	404 000	29.58	0.117	308.50	1.30	-6.23	11.78

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	Δ km	ϕ '	fázis	C_N °	L_H °	B_H °	P_H °
10.14.	16 39.3	-17 46	405 100	29.50	0.184	320.71	0.05	-5.66	7.09
10.15.	17 28.6	-19 31	405 200	29.49	0.262	332.91	-1.29	-4.84	2.04
10.16.	18 18.8	-20 26	404 100	29.57	0.349	345.11	-2.65	-3.82	-3.15
10.17.	19 09.6	-20 26	401 700	29.75	0.441	357.30	-3.96	-2.62	-8.27
10.18.	20 00.9	-19 30	398 200	30.01	0.538	9.48	-5.12	-1.30	-13.08
10.19.	20 52.4	-17 38	393 600	30.36	0.635	21.66	-6.04	0.11	-17.32
10.20.	21 43.9	-14 53	388 200	30.78	0.729	33.83	-6.63	1.55	-20.75
10.21.	22 35.5	-11 18	382 300	31.26	0.816	45.99	-6.81	2.96	-23.18
10.22.	23 27.5	-7 02	376 300	31.75	0.892	58.15	-6.51	4.25	-24.40
10.23.	0 20.1	-2 16	370 800	32.23	0.951	70.30	-5.73	5.33	-24.30
10.24.	1 13.9	+2 47	366 200	32.63	0.987	82.45	-4.50	6.11	-22.79
10.25.	2 09.4	+7 46	362 900	32.93	0.998	94.60	-2.90	6.51	-19.88
10.26.	3 06.9	+12 23	361 200	33.08	0.980	106.74	-1.10	6.47	-15.64
10.27.	4 06.6	+16 13	361 100	33.09	0.933	118.89	0.76	5.98	-10.30
10.28.	5 07.9	+18 59	362 600	32.96	0.862	131.04	2.49	5.10	-4.19
10.29.	6 09.9	+20 26	365 400	32.71	0.771	143.19	3.98	3.88	2.23
10.30.	7 11.4	+20 32	369 100	32.38	0.667	155.35	5.14	2.44	8.43
10.31.	8 11.0	+19 20	373 300	32.01	0.557	167.52	5.95	0.89	13.94
11.01.	9 07.0	+17 00	377 800	31.63	0.447	179.70	6.41	-0.68	18.43
11.02.	10 02.0	+13 49	382 300	31.26	0.342	191.88	6.56	-2.18	21.70
11.03.	10 53.4	+10 00	386 600	30.91	0.246	204.06	6.45	-3.53	23.71
11.04.	11 42.5	+5 47	390 500	30.60	0.163	216.25	6.12	-4.68	24.48
11.05.	12 29.0	+1 23	394 100	30.32	0.096	228.45	5.61	-5.57	24.09
11.06.	13 16.6	-3 00	397 300	30.08	0.046	240.65	4.93	-6.18	22.64
11.07.	14 02.0	-7 13	400 100	29.87	0.015	252.85	4.12	-6.50	20.23
11.08.	14 49.6	-11 06	402 400	29.69	0.002	265.06	3.16	-6.51	16.98
11.09.	15 36.9	-14 29	404 300	29.56	0.008	277.26	2.06	-6.23	13.01
11.10.	16 25.1	-17 15	405 600	29.46	0.032	289.46	0.85	-5.68	8.46
11.11.	17 14.2	-19 17	406 200	29.42	0.073	301.66	-0.47	-4.88	3.50
11.12.	18 04.2	-20 29	405 900	29.44	0.129	313.86	-1.84	-3.88	-1.67
11.13.	18 54.7	-20 47	404 700	29.52	0.198	326.05	-3.24	-2.71	-6.81
11.14.	19 45.5	-20 09	402 500	29.69	0.278	338.23	-4.58	-1.41	-11.69
11.15.	20 36.1	-18 36	399 100	29.94	0.367	350.41	-5.79	-0.03	-16.06
11.16.	21 26.6	-16 11	394 700	30.28	0.464	2.58	-6.78	1.37	-19.70
11.17.	22 16.8	-12 57	389 300	30.69	0.564	14.75	-7.44	2.75	-22.42
11.18.	23 07.1	-9 01	383 300	31.18	0.665	26.91	-7.70	4.02	-24.06
11.19.	23 58.0	-4 31	376 900	31.70	0.762	39.06	-7.48	5.13	-24.49
11.20.	0 50.0	+0 23	370 700	32.24	0.850	51.21	-6.73	5.97	-23.61
11.21.	1 43.9	+5 26	365 200	32.72	0.922	63.35	-5.46	6.48	-21.35
11.22.	2 40.3	+10 19	360 800	33.12	0.973	75.48	-3.76	6.57	-17.70
11.23.	3 39.5	+14 39	358 100	33.37	0.997	87.61	-1.76	6.20	-12.79
11.24.	4 41.5	+18 03	357 300	33.45	0.991	99.74	0.37	5.39	-6.84
11.25.	5 45.3	+20 11	358 400	33.34	0.955	111.88	2.43	4.20	-0.30
11.26.	6 49.5	+20 52	361 300	33.07	0.893	124.01	4.24	2.74	6.27
11.27.	7 52.2	+20 05	365 600	32.68	0.809	136.15	5.69	1.11	12.28
11.28.	8 52.1	+18 02	370 900	32.22	0.711	148.29	6.72	-0.53	17.27
11.29.	9 48.5	+14 58	376 600	31.73	0.605	160.45	7.32	-2.10	20.98
11.30.	10 41.5	+11 13	382 400	31.25	0.498	172.60	7.52	-3.51	23.33

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	Δ km	\varnothing '	fázis	C_N °	L_H °	B_H °	P_H °
12.01.	11 31.6	+7 01	387 800	30.82	0.394	184.77	7.37	-4.69	24.39
12.02.	12 19.4	+2 36	392 600	30.44	0.298	196.94	6.92	-5.62	24.25
12.03.	13 05.0	-1 49	396 700	30.12	0.211	209.12	6.24	-6.25	23.03
12.04.	13 51.9	-6 06	400 100	29.86	0.138	221.30	5.37	-6.58	20.85
12.05.	14 38.0	-10 05	402 800	29.67	0.078	233.48	4.35	-6.62	17.82
12.06.	15 24.7	-13 38	404 700	29.53	0.035	245.67	3.22	-6.35	14.05
12.07.	16 12.5	-16 37	405 900	29.44	0.009	257.86	1.98	-5.82	9.65
12.08.	17 01.3	-18 54	406 600	29.39	0.001	270.06	0.68	-5.03	4.79
12.09.	17 51.1	-20 21	406 500	29.39	0.011	282.25	-0.68	-4.02	-0.34
12.10.	18 41.7	-20 56	405 800	29.44	0.038	294.44	-2.06	-2.84	-5.52
12.11.	19 32.5	-20 34	404 400	29.55	0.082	306.63	-3.42	-1.54	-10.49
12.12.	20 23.1	-19 18	402 200	29.71	0.141	318.81	-4.71	-0.15	-15.00
12.13.	21 13.3	-17 08	399 200	29.94	0.214	330.99	-5.87	1.26	-18.81
12.14.	22 02.8	-14 11	395 300	30.23	0.300	343.16	-6.84	2.63	-21.75
12.15.	22 51.9	-10 31	390 500	30.60	0.395	355.33	-7.53	3.91	-23.67
12.16.	23 41.0	-6 18	385 100	31.03	0.498	7.49	-7.86	5.03	-24.47
12.17.	0 30.8	-1 40	379 100	31.52	0.603	19.64	-7.75	5.92	-24.07
12.18.	1 21.0	+3 13	373 100	32.03	0.708	31.79	-7.18	6.51	-22.40
12.19.	2 15.4	+8 05	367 300	32.53	0.805	43.93	-6.12	6.73	-19.42
12.20.	3 11.8	+12 38	362 400	32.98	0.889	56.06	-4.60	6.52	-15.17
12.21.	4 11.5	+16 31	358 700	33.31	0.953	68.19	-2.73	5.86	-9.76
12.22.	5 14.5	+19 21	356 900	33.49	0.991	80.32	-0.65	4.78	-3.46
12.23.	6 19.4	+20 48	357 000	33.48	0.998	92.44	1.46	3.36	3.24
12.24.	7 24.5	+20 43	359 000	33.28	0.976	104.56	3.42	1.70	9.71
12.25.	8 27.8	+19 10	362 900	32.93	0.925	116.69	5.09	-0.04	15.36
12.26.	9 27.8	+16 24	368 100	32.46	0.852	128.82	6.38	-1.74	19.74
12.27.	10 24.1	+12 44	374 200	31.94	0.763	140.96	7.22	-3.28	22.68
12.28.	11 16.7	+8 31	380 500	31.40	0.664	153.10	7.61	-4.58	24.18
12.29.	12 06.4	+4 02	386 700	30.90	0.561	165.25	7.59	-5.60	24.37
12.30.	12 54.1	-0 30	392 300	30.46	0.459	177.40	7.20	-6.31	23.41
12.31.	13 40.6	-4 53	397 100	30.09	0.362	189.57	6.50	-6.70	21.44

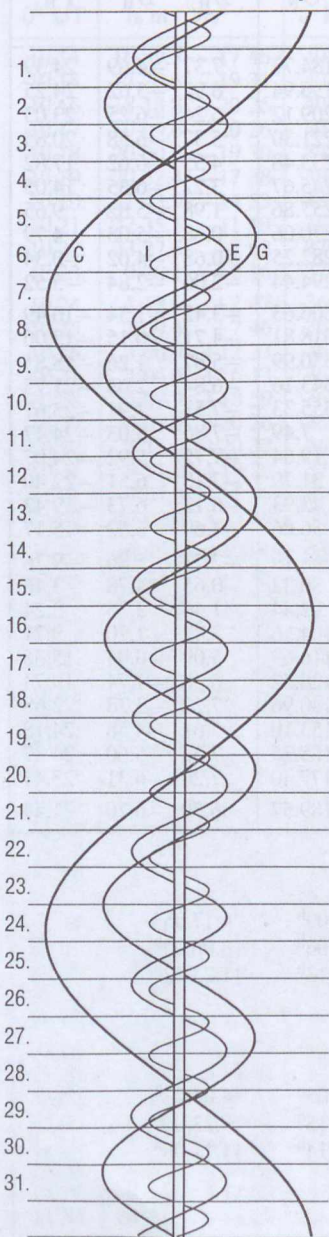
A Hold földközelpont:

1.26.21 ^h	2.20.15 ^h	3.20.00 ^h	4.17.05 ^h
5.15.15 ^h	6.13.01 ^h	7.11.06 ^h	8.08.00 ^h
9.02.18 ^h	9.28.17 ^h	10.26.13 ^h	11.23.22 ^h
12.22.11 ^h			

A Hold földtávolban:

1.11.12 ^h	2.08.09 ^h	3.08.05 ^h	4.04.22 ^h
5.02.06 ^h	5.29.08 ^h	6.25.15 ^h	7.23.06 ^h
8.19.23 ^h	9.16.19 ^h	10.14.14 ^h	11.11.06 ^h
12.08.11 ^h			

Jupiter-holdak – január



UT hold J d h m	UT hold J d h m	UT hold J d h m
2. 19 11 I ek	11. 16 53 I ák	21. 17 25 E ák
3. 16 21 I mk	11. 17 11 G fv	21. 17 56 E ev
3. 17 34 C ev	11. 17 56 I ev	25. 17 54 G mk
3. 19 51 I fv	11. 19 06 I áv	26. 16 51 I mk
4. 17 09 I áv	12. 18 06 E mk	27. 17 27 I áv
7. 19 16 G ek	12. 17 27 E áv	28. 18 01 E ek
10. 18 20 I mk	18. 16 48 G mv	30. 17 48 E fv
	18. 17 41 I ek	
	18. 18 14 G fk	
	18. 18 49 I ák	
	19. 18 10 I fv	

Jelölések a Jupiter-holdak táblázataiban

A holdakat kezdőbetűjünkkel rövidítjük:

I = Io E = Europa

G = Ganymedes C = Callisto

J = a megfigyelhető jelenség:

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

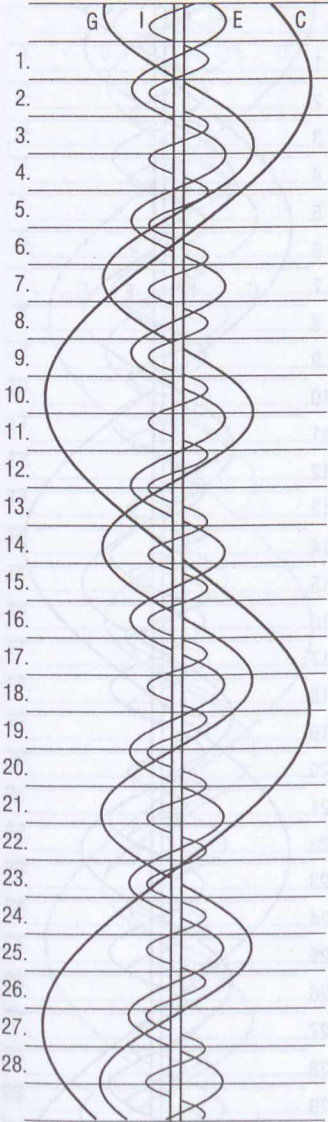
k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége

A holdak fogyatkozási sávjai

I	E
G	C

Jupiter-holdak – február



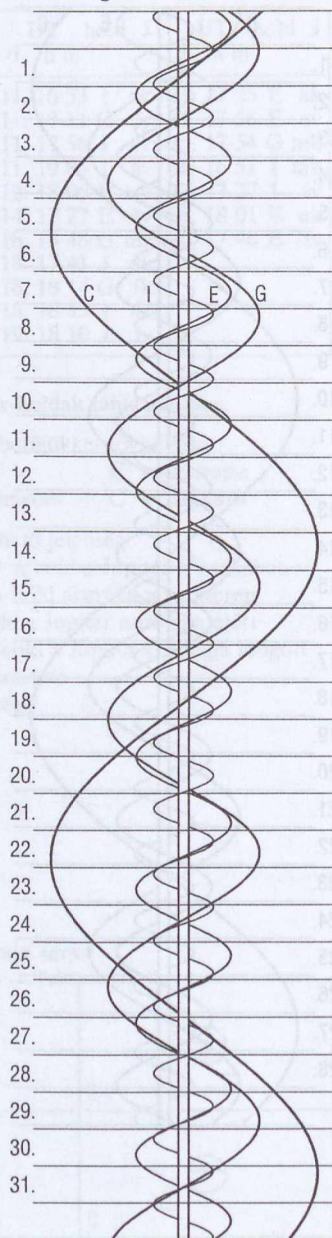
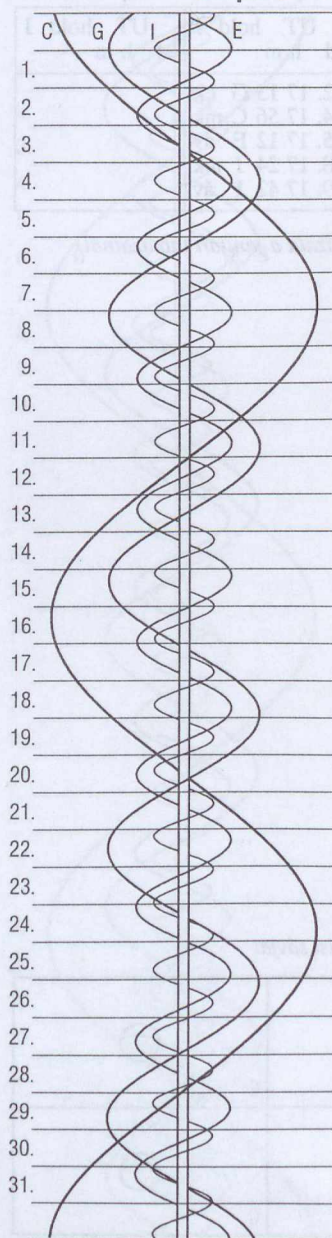
UT hold J d h m	UT hold J d h m	UT hold J d h m
3. 17 10 I ák	12. 17 13 G ek	
3. 18 28 I ev	14. 17 56 C mk	
10. 18 14 I ek	15. 17 12 E áv	
	18. 17 24 I mk	
	19. 17 42 I áv	

(A jelölések magyarázata a januári táblázatnál)

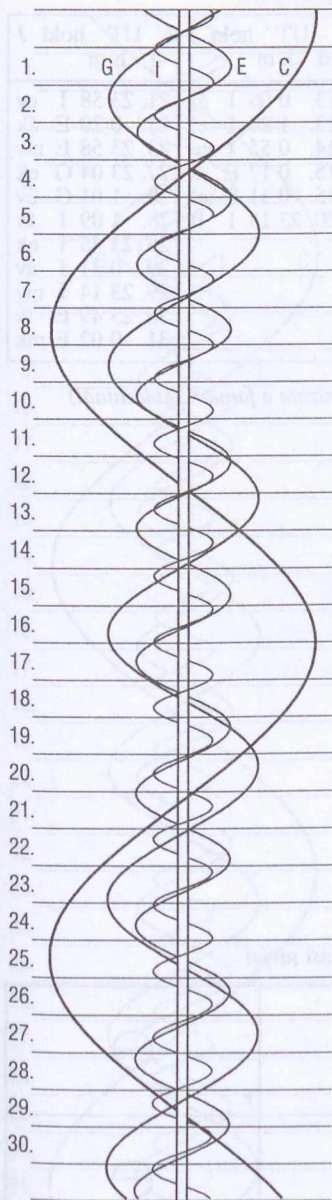
A holdak fogyatkozási sávjai

I	E
G	C

Jupiter-holdak – március, május



Jupiter-holdak – június



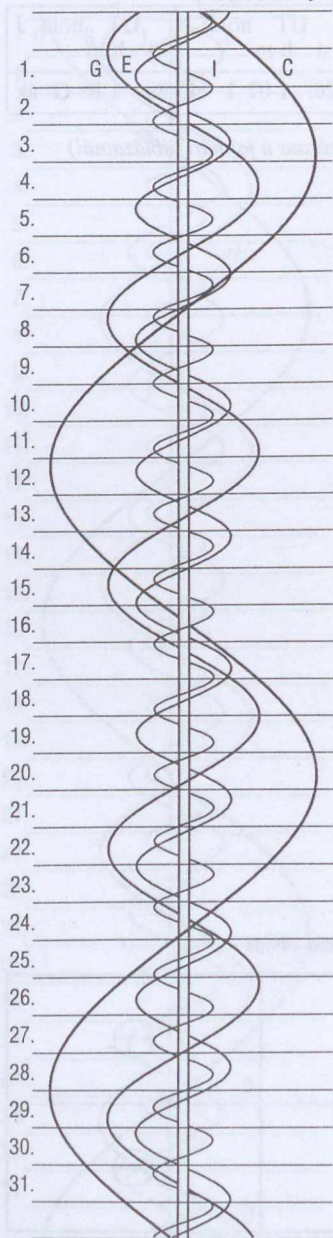
UT hold J d h m	UT hold J d h m	UT hold J d h m
	20. 1 07 I ek	29. 1 08 G ák

(A jelölések magyarázata a januári táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I	E
G	C

Jupiter-holdak – július



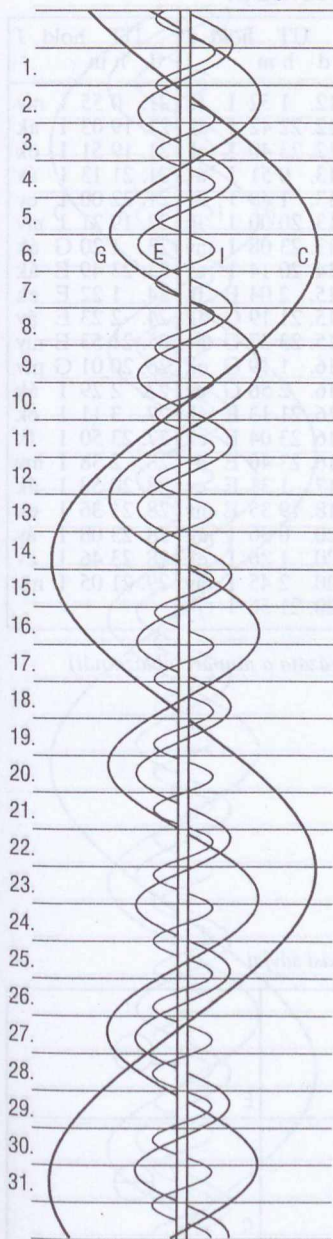
UT hold J d h m	UT hold J d h m	UT hold J d h m
5. 0 58 I fk	13. 0 06 I ák	21. 23 58 I ev
6. 0 15 E fk	13. 1 26 I ek	22. 0 20 E ák
6. 0 23 I áv	14. 0 55 I mv	23. 23 58 E mv
8. 0 22 E ev	15. 0 17 E áv	27. 23 04 G ek
10. 0 44 G mk	15. 0 31 E ek	28. 1 01 G ev
	20. 23 15 I fk	28. 1 09 I fk
		28. 23 45 I ek
		29. 0 31 I áv
		29. 23 14 I mv
		30. 23 49 E fv
		31. 0 02 E mk

(A jelölések magyarázata a januári táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I	E
G	C

Jupiter-holdak – augusztus



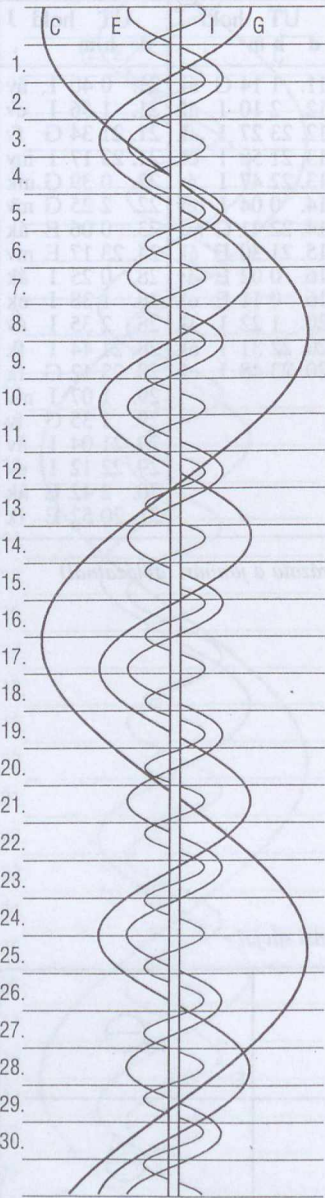
UT hold J d h m	UT hold J d h m	UT hold J d h m
3. 23 38 G áv	11. 1 14 G ák	21. 0 40 I áv
5. 0 16 I ák	12. 2 10 I ák	21. 1 56 I ev
5. 1 38 I ek	12. 23 27 I fk	21. 21 34 G fv
6. 1 06 I mv	13. 21 58 I ek	21. 23 17 I mv
6. 22 14 I ev	13. 22 47 I áv	22. 0 39 G mk
6. 23 50 E fk	14. 0 04 I ev	22. 2 25 G mv
9. 0 09 E ev	14. 22 41 G mv	23. 0 06 E ák
	15. 21 30 E ák	24. 23 17 E mv
	16. 0 02 E áv	28. 0 25 I ák
	16. 0 11 E ek	28. 1 38 I ek
	20. 1 22 I fk	28. 2 35 I áv
	20. 22 31 I ák	28. 21 44 I fk
	20. 23 48 I ek	28. 23 12 G fk
		29. 1 07 I mv
		29. 1 35 G fv
		29. 21 04 I áv
		29. 22 12 I ev
		30. 2 42 E ák
		31. 20 52 E fk

(A jelölések magyarázata a januári táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I	E
G	C

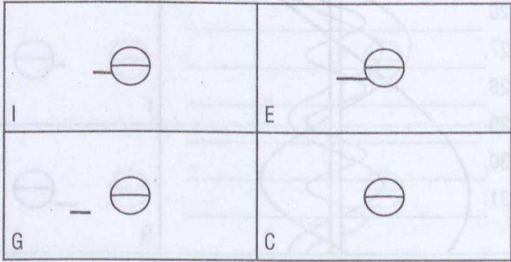
Jupiter-holdak – szeptember



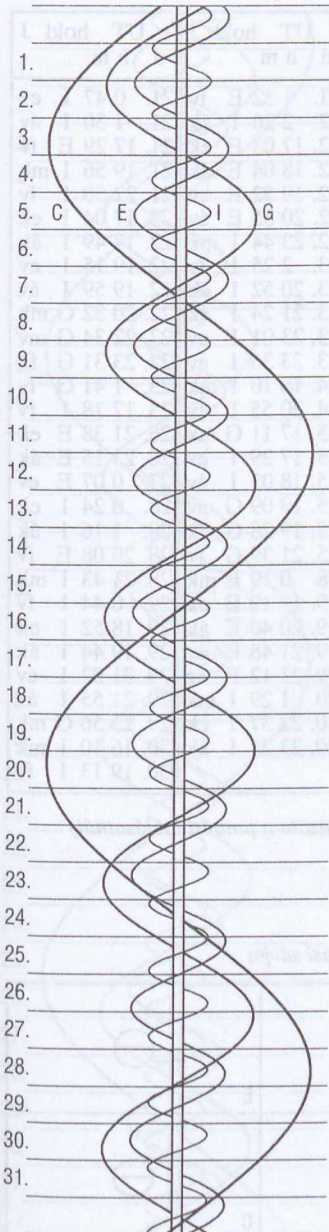
UT hold J		UT hold J		UT hold J	
d	h m	d	h m	d	h m
1.	1 43 E mv	12.	1 32 I fk	21.	0 55 I mv
2.	20 46 E ev	12.	22 42 I ák	21.	19 03 I ák
3.	2 19 I ák	12.	23 40 I ek	21.	19 51 I ek
4.	23 39 I fk	13.	0 51 I áv	21.	21 13 I áv
5.	2 54 I mv	13.	1 48 I ev	21.	22 00 I ev
5.	20 47 I ák	13.	20 00 I fk	22.	19 21 I mv
5.	21 53 I ek	13.	23 08 I mv	23.	1 20 G ák
5.	22 58 I áv	14.	20 14 I ev	23.	23 49 E ák
6.	0 00 I ev	15.	2 04 E fk	24.	1 22 E ek
6.	21 21 I mv	15.	21 19 G ák	24.	2 23 E áv
7.	23 27 E fk	15.	23 37 G áv	25.	21 53 E mv
8.	21 50 G ek	16.	1 19 G ek	26.	20 01 G mv
8.	23 26 G ev	16.	2 56 G ev	27.	2 29 I ák
9.	20 43 E ek	16.	21 13 E ák	27.	3 11 I ek
9.	21 10 E áv	16.	23 04 E ek	27.	23 50 I fk
9.	23 09 E ev	16.	23 46 E áv	28.	2 38 I mv
		17.	1 31 E mv	28.	20 58 I ák
		18.	19 35 E ev	28.	21 36 I ek
		20.	0 36 I ák	28.	23 08 I áv
		20.	1 26 I ek	28.	23 46 I ev
		20.	2 45 I áv	29.	21 05 I mv
		20.	21 56 I fk		

(A jelölések magyarázata a januári táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai



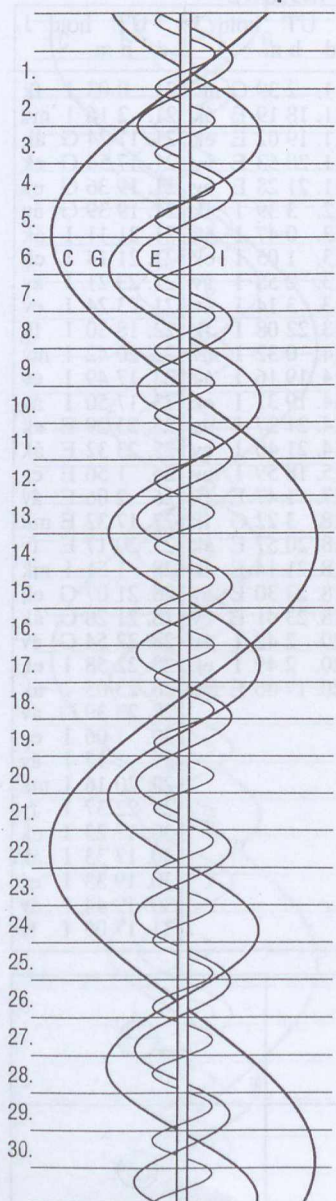
Jupiter-holdak – október



UT hold J			UT hold J			UT hold J		
d	h	m	d	h	m	d	h	m
1.	2 27	E ák	11.	2 39	G mv	21.	0 03	I fk
2.	20 34	E fk	11.	18 19	E ák	21.	2 16	I mv
3.	0 09	E mv	11.	19 02	E ek	21.	17 24	G ák
3.	19 18	G fk	11.	20 53	E áv	21.	17 54	G ek
3.	21 35	G fv	11.	21 28	E ev	21.	19 36	G ev
3.	21 43	G mk	12.	3 39	I fk	21.	19 39	G áv
3.	23 22	G mv	13.	0 47	I ák	21.	21 11	I ák
4.	18 16	E áv	13.	1 05	I ek	21.	21 14	I ek
4.	19 12	E ev	13.	2 58	I áv	21.	23 21	I áv
5.	1 44	I fk	13.	3 14	I ev	21.	23 24	I ev
5.	22 52	I ák	13.	22 08	I fk	22.	18 30	I fk
5.	23 21	I ek	14.	0 32	I mv	22.	20 42	I mv
6.	1 02	I áv	14.	19 16	I ák	23.	17 49	I ev
6.	1 30	I ev	14.	19 31	I ek	23.	17 50	I áv
6.	20 12	I fk	14.	21 27	I áv	25.	23 29	E ek
6.	22 50	I mv	14.	21 40	I ev	25.	23 32	E ák
7.	19 31	I áv	15.	18 59	I mv	26.	1 56	E ev
7.	19 55	I ev	17.	1 47	E fk	26.	2 06	E áv
9.	23 11	E fk	18.	3 22	G fk	27.	17 32	E mk
10.	2 25	E mv	18.	20 57	E ák	27.	20 17	E fv
10.	23 20	G fk	18.	21 14	E ek	28.	1 51	I mk
			18.	23 30	E áv	28.	21 07	G ek
			18.	23 41	E ev	28.	21 28	G ák
			20.	2 42	I ák	28.	22 54	G ev
			20.	2 49	I ek	28.	22 58	I ek
			20.	17 46	E mv	28.	23 05	I ák
						28.	23 39	G áv
						29.	1 06	I ev
						29.	1 17	I áv
						29.	20 16	I mk
						29.	22 37	I fv
						30.	17 23	I ek
						30.	17 33	I ák
						30.	19 33	I ev
						30.	19 44	I áv
						31.	17 05	I fv

I		E	
G		C	

Jupiter-holdak – november



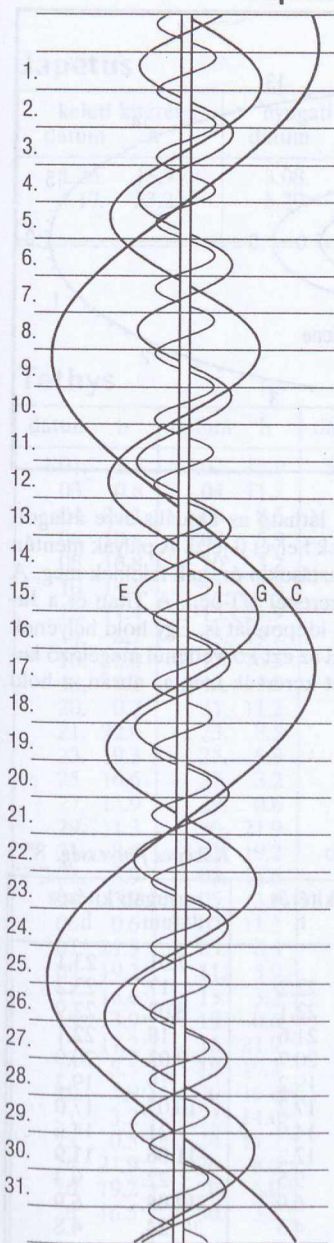
UT hold J d h m	UT hold J d h m	UT hold J d h m
2. 1 42 E ek	11. 1 32 E fv	21. 0 47 I ev
2. 2 08 E ák	12. 2 26 I ek	21. 1 30 I áv
3. 19 48 E mk	12. 17 03 E ek	21. 17 29 E fv
3. 22 55 E fv	12. 18 04 E ák	21. 19 56 I mk
5. 0 22 G ek	12. 19 32 E ev	21. 22 50 I fv
5. 0 42 I ek	12. 20 35 E áv	22. 17 04 I ek
5. 1 00 I ák	12. 23 44 I mk	22. 17 49 I ák
5. 1 30 G ák	13. 2 25 I fv	22. 19 15 I ev
5. 2 12 G ev	13. 20 52 I ek	22. 19 59 I áv
5. 2 50 I ev	13. 21 24 I ák	22. 20 32 G mk
5. 3 11 I áv	13. 23 01 I ev	22. 22 34 G mv
5. 17 17 E ev	13. 23 36 I áv	22. 23 31 G fk
5. 17 59 E áv	14. 18 10 I mk	23. 1 41 G fv
5. 22 01 I mk	14. 20 55 I fv	23. 17 18 I fv
6. 0 32 I fv	15. 17 11 G mk	26. 21 38 E ek
6. 19 07 I ek	15. 17 29 I ev	26. 23 15 E ák
6. 19 29 I ák	15. 18 03 I áv	27. 0 07 E ev
6. 21 16 I ev	15. 19 09 G mv	28. 0 24 I ek
6. 21 39 I áv	15. 19 28 G fk	28. 1 16 I ák
7. 16 27 I mk	15. 21 39 G fv	28. 20 08 E fv
7. 19 00 I fv	18. 0 19 E mk	28. 21 43 I mk
8. 17 38 G fv	19. 19 19 E ek	29. 0 44 I fv
10. 22 03 E mk	19. 20 40 E ák	29. 18 52 I ek
	19. 21 48 E ev	29. 19 44 I ák
	19. 23 12 E áv	29. 21 02 I ev
	20. 1 29 I mk	29. 21 55 I áv
	20. 22 37 I ek	29. 23 56 G mk
	20. 23 21 I ák	30. 16 10 I mk
		30. 19 13 I fv

(A jelölések magyarázata a januári táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I	E
G	C

Jupiter-holdak – december



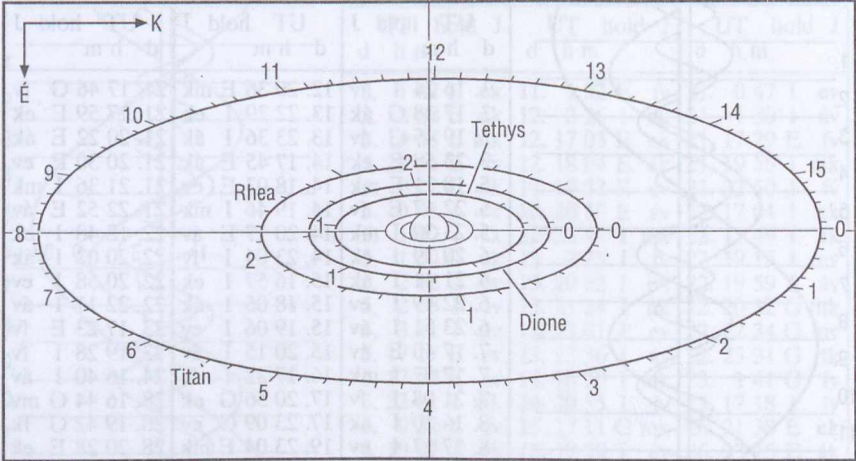
UT hold J d h m	UT hold J d h m	UT hold J d h m
1. 16 24 I áv	12. 20 36 E mk	21. 17 46 G fv
3. 17 38 G ák	13. 22 29 I ek	21. 17 59 E ek
3. 19 45 G áv	13. 23 36 I ák	21. 20 22 E ák
3. 23 58 E ek	14. 17 45 E ák	21. 20 30 E ev
5. 18 11 E mk	14. 18 03 E ev	21. 21 36 I mk
5. 22 47 E fv	14. 19 46 I mk	21. 22 52 E áv
5. 23 30 I mk	14. 20 17 E áv	22. 18 48 I ek
6. 20 39 I ek	14. 23 04 I fv	22. 20 02 I ák
6. 21 41 I ák	15. 16 57 I ek	22. 20 58 I ev
6. 22 49 I ev	15. 18 05 I ák	22. 22 11 I áv
6. 23 51 I áv	15. 19 06 I ev	23. 17 23 E fv
7. 17 40 E áv	15. 20 15 I áv	23. 19 28 I fv
7. 17 57 I mk	16. 17 32 I fv	24. 16 40 I áv
7. 21 08 I fv	17. 20 56 G ek	28. 16 44 G mv
8. 16 10 I ák	17. 23 09 G ev	28. 19 42 G fk
8. 17 17 I ev	19. 23 04 E mk	28. 20 28 E ek
8. 18 20 I áv		28. 21 48 G fv
10. 17 17 G ek		28. 22 57 E ák
10. 19 29 G ev		28. 22 59 E ev
10. 21 40 G ák		29. 20 40 I ek
10. 23 46 G áv		29. 21 58 I ák
		29. 22 50 I ev
		30. 17 24 E mv
		30. 17 29 E fk
		30. 17 57 I mk
		30. 20 03 E fv
		30. 21 23 I fv
		31. 16 26 I ák
		31. 17 18 I ev
		31. 18 35 I áv

(A jelölések magyarázata a januári táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I	E
G	C

A Szturnusz-holdak



Az ábrán a legfényesebb Szturnusz-holdak pályája látható az aktuális évre átlagolt rálátási szögben. A holdak legnagyobb keleti kitérésének helyét 0 jelzi. A pályák mentén leolvasható a kitéréstől eltelt napok száma, a kisebb osztások 4 órának felelnek meg. A táblázatokban a legnagyobb keleti kitérés időpontja szerepel UT-ben. A Titan és a Japetus esetében megadtuk a legnagyobb nyugati kitérés időpontját is. Egy hold helyének meghatározásához a megfigyelés időpontjából vonjuk ki az ezt közvetlenül megelőző keleti kitérés időpontját, és az így kapott időkülönbséget keressük meg az ábrán, a hold pályája mentén felrajzolt időskálán.

Titan

Közepes fényesség: 8^m3

keleti kitérés dátum h		nyugati kitérés dátum h		keleti kitérés dátum h		nyugati kitérés dátum h	
12.29.	18.3	1.06.	19.7			7.01.	23.1
1.14.	17.2	22.	18.9	7.09.	22.2	17.	23.2
30.	16.7	2.07.	18.5	25.	22.1	8.02.	22.9
2.15.	16.5	23.	18.4	8.10.	21.6	18.	22.1
3.03.	16.7	3.11.	18.7	26.	20.7	9.03.	20.9
19.	17.3	27.	19.3	9.11.	19.2	19.	19.2
4.04.	18.0	4.12.	20.0	27.	17.2	10.05.	17.0
20.	18.8	28.	20.7	10.13.	14.9	21.	14.6
5.06.	19.7	5.14.	21.5	29.	12.2	11.06.	11.9
22.	20.6	30.	22.2	11.14.	9.5	22.	9.3
6.07.	21.4	6.15.	22.8	30.	6.9	12.08.	6.9
23.	21.9			12.16.	4.5	24.	4.8

Kisbolygók

Japetus

Közepes fényesség: 11^m

keleti kitérés		nyugati kitérés		keleti kitérés		nyugati kitérés	
dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h
1.26.	18.9	3.08.	18.2	7.08.	10.6	8.18.	1.5
4.17.	23.2	5.29.	7.6	9.26.	3.5	11.04.	16.2
				12.13.	5.3	1.22.	5.5

Tethys

Közepes fényesség: 10^m

dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h
1.01.	3.5	3.02.	13.9	5.02.	0.6	7.01.	11.3	9.01.	18.7	11.01.	4.0
03.	0.8	04.	11.2	03.	22.0	03.	8.6	03.	16.0	03.	1.3
04.	22.1	06.	8.5	05.	19.3	05.	5.9	05.	13.3	04.	22.6
06.	19.4	08.	5.9	07.	16.7	07.	3.3	07.	10.6	06.	19.9
08.	16.8	10.	3.2	09.	14.0	09.	0.6	09.	7.9	08.	17.2
10.	14.1	12.	0.5	11.	11.3	10.	21.9	11.	5.2	10.	14.5
12.	11.4	13.	21.9	13.	8.7	12.	19.2	13.	2.5	12.	11.8
14.	8.7	15.	19.2	15.	6.0	14.	16.6	14.	23.8	14.	9.1
16.	6.0	17.	16.5	17.	3.3	16.	13.9	16.	21.1	16.	6.3
18.	3.3	19.	13.9	19.	0.7	18.	11.2	18.	18.4	18.	3.6
20.	0.7	21.	11.2	20.	22.0	20.	8.5	20.	15.7	20.	0.9
21.	22.0	23.	8.5	22.	19.3	22.	5.8	22.	13.0	21.	22.2
23.	19.3	25.	5.9	24.	16.7	24.	3.2	24.	10.3	23.	19.5
25.	16.6	27.	3.2	26.	14.0	26.	0.5	26.	7.6	25.	16.8
27.	13.9	29.	0.6	28.	11.3	27.	21.8	28.	4.8	27.	14.1
29.	11.3	30.	21.9	30.	8.7	29.	19.1	30.	2.1	29.	11.4
31.	8.6	4.01.	19.2	6.01.	6.0	31.	16.4	10.01.	23.4	12.01.	8.7
2.02.	5.9	03.	16.6	03.	3.3	8.02.	13.8	03.	20.7	03.	6.0
04.	3.2	05.	13.9	05.	0.7	04.	11.1	05.	18.0	05.	3.3
06.	0.6	07.	11.2	06.	22.0	06.	8.4	07.	15.3	07.	0.6
07.	21.9	09.	8.6	08.	19.3	08.	5.7	09.	12.6	08.	21.9
09.	19.2	11.	5.9	10.	16.7	10.	3.0	11.	9.9	10.	19.1
11.	16.6	13.	3.3	12.	14.0	12.	0.3	13.	7.2	12.	16.4
13.	13.9	15.	0.6	14.	11.3	13.	21.6	15.	4.5	14.	13.7
15.	11.2	16.	21.9	16.	8.7	15.	18.9	17.	1.7	16.	11.0
17.	8.5	18.	19.3	18.	6.0	17.	16.2	18.	23.0	18.	8.3
19.	5.9	20.	16.6	20.	3.3	19.	13.6	20.	20.3	20.	5.6
21.	3.2	22.	14.0	22.	0.7	21.	10.9	22.	17.6	22.	2.9
23.	0.5	24.	11.3	23.	22.0	23.	8.2	24.	14.9	24.	0.2
24.	21.9	26.	8.6	25.	19.3	25.	5.5	26.	12.2	25.	21.5
26.	19.2	28.	6.0	27.	16.6	27.	2.8	28.	9.5	27.	18.8
28.	16.5	30.	3.3	29.	14.0	29.	0.1	30.	6.8	29.	16.1
						30.	21.4			31.	13.5

A Szaturnusz-holdak

Dione

Közepes fényesség: 10^m4

dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h
1.01.	1.9	3.02.	7.7	5.01.	14.1	7.03.	14.2	9.01.	19.6	11.01.	0.1
03.	19.6	05.	1.5	04.	7.9	06.	7.9	04.	13.3	03.	17.7
06.	13.3	7.	19.2	07.	1.6	09.	1.6	07.	7.0	06.	11.4
09.	7.0	10.	12.9	09.	19.4	11.	19.3	10.	0.7	09.	5.0
12.	0.7	13.	6.7	12.	13.1	14.	13.1	12.	18.3	11.	22.7
14.	18.4	16.	0.4	15.	6.9	17.	6.8	15.	12.0	14.	16.3
17.	12.1	18.	18.2	18.	0.6	20.	0.5	18.	5.7	17.	10.0
20.	5.9	21.	11.9	20.	18.4	22.	18.2	20.	23.3	20.	3.6
22.	23.6	24.	5.7	23.	12.1	25.	11.9	23.	17.0	22.	21.3
25.	17.3	26.	23.4	26.	5.9	28.	5.6	26.	10.7	25.	14.9
28.	11.0	29.	17.2	28.	23.6	30.	23.3	29.	4.3	28.	8.6
31.	4.7	4.01.	10.9	31.	17.3	8.02.	17.0	10.01.	22.0	12.01.	2.2
2.02.	22.4	04.	4.6	6.03.	11.1	05.	10.7	04.	15.6	03.	19.9
05.	16.2	06.	22.4	06.	4.8	08.	4.4	07.	9.3	06.	13.5
08.	9.9	09.	16.1	08.	22.6	10.	22.1	10.	2.9	09.	7.2
11.	3.6	12.	9.9	11.	16.3	13.	15.8	12.	20.6	12.	0.9
13.	21.3	15.	3.6	14.	10.0	16.	9.5	15.	14.2	14.	18.5
16.	15.1	17.	21.4	17.	3.8	19.	3.2	18.	7.9	17.	12.2
19.	8.8	20.	15.1	19.	21.5	21.	20.9	21.	1.5	20.	5.9
22.	2.5	23.	8.9	22.	15.3	24.	14.6	23.	19.2	22.	23.5
24.	20.3	26.	2.6	25.	9.0	27.	8.3	26.	12.8	25.	17.2
27.	14.0	28.	20.4	28.	2.7	30.	2.0	29.	6.5	28.	10.9
				30.	20.4					31.	4.6

Rhea

Közepes fényesség: 9^m7

dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h
12.30.	18.8	3.04.	1.8	5.01.	21.4	7.04.	5.4	9.05.	12.0	11.03.	4.4
1.04.	7.3	08.	14.4	06.	10.0	08.	18.0	10.	0.4	07.	16.7
08.	19.7	13.	3.0	10.	22.6	13.	6.5	14.	12.8	12.	5.1
13.	8.2	17.	15.5	15.	11.2	17.	19.0	19.	1.2	16.	17.4
17.	20.6	22.	4.1	19.	23.8	22.	7.5	23.	13.5	21.	5.7
22.	9.1	26.	16.7	24.	12.4	26.	20.0	28.	1.9	25.	18.0
26.	21.6	31.	5.3	29.	1.0	31.	8.5	10.02.	14.2	30.	6.3
31.	10.1	4.04.	17.9	6.02.	13.5	8.04.	21.0	07.	2.6	12.04.	18.7
2.04.	22.6	09.	6.5	07.	2.1	09.	9.5	11.	14.9	09.	7.0
09.	11.1	13.	19.0	11.	14.7	13.	21.9	16.	3.2	13.	19.3
13.	23.6	18.	7.6	16.	3.2	18.	10.4	20.	15.5	18.	7.7
18.	12.2	22.	20.2	20.	15.8	22.	22.8	25.	3.8	22.	20.1
23.	0.7	27.	8.8	25.	4.4	27.	11.2	29.	16.1	27.	8.5
27.	13.3			29.	16.9	31.	23.6			31.	20.8

Kisbolygók

1 Ceres

szembenállás: 1998.11.28.

2000.03.22.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m
1.02.	3 53.3	+18 26	7.7	2.26.	4 08.5	+22 05	8.6	11.18.	11 41.1	+11 52	8.7
07.	3 51.2	+18 40	7.8	3.03.	4 13.4	+22 29	8.6	23.	11 48.2	+11 23	8.6
12.	3 49.9	+18 55	7.9	08.	4 18.7	+22 53	8.7	28.	11 55.1	+10 56	8.6
17.	3 49.3	+19 12	8.0	13.	4 24.5	+23 17	8.7	12.03.	12 01.8	+10 32	8.6
22.	3 49.5	+19 30	8.1	18.	4 30.6	+23 40	8.8	08.	12 08.3	+10 10	8.5
27.	3 50.3	+19 50	8.2	23.	4 37.2	+24 02	8.8	13.	12 14.4	+9 51	8.5
2.01.	3 51.8	+20 10	8.3	28.	4 44.0	+24 24	8.8	18.	12 20.3	+9 35	8.4
06.	3 54.0	+20 32	8.3					23.	12 25.8	+9 21	8.4
11.	3 56.8	+20 54	8.4	11.03.	11 18.5	+13 27	8.7	28.	12 31.0	+9 11	8.3
16.	4 00.2	+21 17	8.5	08.	11 26.2	+12 54	8.7				
21.	4 04.1	+21 41	8.5	13.	11 33.7	+12 22	8.7				

2 Pallas

szembenállás: 2000.01.27.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m
9.04.	6 29.4	-7 50	9.1	10.14.	7 32.6	-15 57	8.7	11.23.	8 11.3	-25 02	8.3
09.	6 38.2	-8 43	9.1	19.	7 39.1	-17 06	8.7	28.	8 13.4	-26 01	8.2
14.	6 46.7	-9 38	9.0	24.	7 45.2	-18 16	8.6	12.03.	8 14.9	-26 56	8.1
19.	6 55.0	-10 35	9.0	29.	7 50.9	-19 26	8.6	08.	8 15.6	-27 45	8.1
24.	7 03.1	-11 36	8.9	11.03.	7 56.1	-20 36	8.5	13.	8 15.6	-28 28	8.0
29.	7 10.9	-12 38	8.9	08.	8 00.8	-21 45	8.5	18.	8 14.8	-29 02	7.9
10.04.	7 18.5	-13 43	8.8	13.	8 04.9	-22 53	8.4	23.	8 13.3	-29 26	7.8
09.	7 25.7	-14 49	8.8	18.	8 08.4	-23 59	8.3	28.	8 11.1	-29 40	7.8

4 Vesta

szembenállás: 02.04.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m
1.02.	9 42.4	+18 11	6.9	3.03.	8 53.2	+24 44	6.7	5.02.	9 06.7	+23 17	7.6
07.	9 40.5	+18 41	6.8	08.	8 50.2	+24 58	6.8	07.	9 11.9	+22 50	7.7
12.	9 37.9	+19 15	6.7	13.	8 47.9	+25 07	6.9	12.	9 17.5	+22 21	7.7
17.	9 34.6	+19 51	6.6	18.	8 46.5	+25 12	7.0	17.	9 23.5	+21 49	7.8
22.	9 30.6	+20 30	6.5	23.	8 45.8	+25 12	7.0	22.	9 29.8	+21 16	7.8
27.	9 26.1	+21 09	6.3	28.	8 46.0	+25 09	7.1	27.	9 36.4	+20 40	7.9
2.01.	9 21.3	+21 48	6.2	4.02.	8 46.9	+25 02	7.2	6.01.	9 43.3	+20 03	7.9
06.	9 16.2	+22 26	6.2	07.	8 48.6	+24 52	7.3	06.	9 50.4	+19 23	7.9
11.	9 11.0	+23 01	6.3	12.	8 51.0	+24 38	7.4	11.	9 57.7	+18 41	8.0
16.	9 06.0	+23 33	6.4	17.	8 54.1	+24 22	7.4	16.	10 05.3	+17 58	8.0
21.	9 01.2	+24 01	6.5	22.	8 57.8	+24 03	7.5	21.	10 13.0	+17 12	8.0
26.	8 56.9	+24 25	6.6	27.	9 02.0	+23 41	7.6	26.	10 20.8	+16 26	8.0

6 Hebe

szembenállás: 12.09.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m
9.04.	4 52.2	+5 32	9.5	10.14.	5 35.3	+1 34	9.0	11.23.	5 27.3	-1 44	8.4
09.	4 59.6	+5 10	9.5	19.	5 37.4	+1 00	8.9	28.	5 22.9	-1 45	8.3
14.	5 06.6	+4 45	9.4	24.	5 38.6	+0 26	8.8	12.03.	5 18.0	-1 39	8.3
19.	5 13.1	+4 18	9.3	29.	5 38.9	-0 05	8.7	08.	5 12.9	-1 24	8.3
24.	5 18.9	+3 48	9.3	11.03.	5 38.3	-0 34	8.7	13.	5 07.8	-1 01	8.3
29.	5 24.1	+3 16	9.2	08.	5 36.8	-1 00	8.6	18.	5 02.8	-0 31	8.3
10.04.	5 28.6	+2 43	9.1	13.	5 34.4	-1 21	8.5	23.	4 58.2	+0 07	8.4
09.	5 32.3	+2 09	9.1	18.	5 31.2	-1 36	8.4	28.	4 54.2	+0 50	8.5

7 Iris

szembenállás: 2000.02.02.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m
10.04.	8 08.7	+19 05	9.8	11.03.	8 55.9	+14 49	9.6	12.03.	9 22.5	+10 59	9.2
09.	8 17.7	+18 23	9.8	08.	9 01.9	+14 07	9.5	08.	9 24.4	+10 29	9.1
14.	8 26.3	+17 41	9.7	13.	9 07.4	+13 26	9.5	13.	9 25.4	+10 02	9.0
19.	8 34.4	+16 58	9.7	18.	9 12.2	+12 46	9.4	18.	9 25.6	+9 39	8.9
24.	8 42.1	+16 15	9.7	23.	9 16.4	+12 08	9.3	23.	9 24.9	+9 20	8.9
29.	8 49.2	+15 32	9.6	28.	9 19.8	+11 32	9.3	28.	9 23.3	+9 05	8.8

8 Flora

szembenállás: 03.28.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m
2.21.	13 08.1	+1 36	10.3	3.18.	12 52.4	+4 30	9.8	4.12.	12 28.5	+7 13	9.9
26.	13 06.2	+2 06	10.2	23.	12 47.8	+5 08	9.7	17.	12 24.1	+7 34	10.0
3.03.	13 03.7	+2 39	10.1	28.	12 42.9	+5 44	9.7	22.	12 20.3	+7 50	10.1
08.	13 00.5	+3 15	10.0	4.02.	12 38.0	+6 18	9.7	27.	12 17.0	+7 59	10.2
13.	12 56.7	+3 52	9.9	07.	12 33.1	+6 48	9.8				

9 Metis

szembenállás: 04.18.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m
3.13.	14 20.2	-7 21	10.3	4.07.	14 03.9	-5 55	9.8	5.02.	13 40.0	-4 27	9.8
18.	14 18.2	-7 07	10.2	12.	13 59.3	-5 35	9.7	07.	13 35.8	-4 16	10.0
23.	14 15.5	-6 52	10.1	17.	13 54.4	-5 16	9.6	12.	13 31.9	-4 08	10.1
28.	14 12.1	-6 34	10.0	22.	13 49.5	-4 57	9.6	17.	13 28.7	-4 04	10.2
4.02.	14 08.3	-6 15	9.9	27.	13 44.6	-4 41	9.7				

10 Hygiea

szembenállás: 02.15.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m
1.22.	10 09.0	+7 49	10.3	2.11.	9 55.0	+8 39	9.8	3.03.	9 39.3	+9 47	10.0
27.	10 06.0	+7 58	10.2	16.	9 51.0	+8 55	9.7	08.	9 35.8	+10 04	10.1
2.01.	10 02.6	+8 10	10.0	21.	9 47.0	+9 13	9.8	13.	9 32.7	+10 19	10.2
06.	9 59.0	+8 23	9.9	26.	9 43.0	+9 30	9.9	18.	9 30.1	+10 32	10.3

13 Egeria

szembenállás: 11.11.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m
10.24.	3 20.2	+18 39	10.3	11.08.	3 03.8	+19 25	9.9	11.23.	2 46.2	+19 58	10.1
29.	3 15.1	+18 56	10.2	13.	2 57.8	+19 37	9.8	28.	2 40.9	+20 08	10.3
11.03.	3 09.6	+19 11	10.0	18.	2 51.9	+19 48	10.0				

14 Irene

szembenállás: 12.29.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m
11.23.	7 00.3	+23 09	10.4	12.08.	6 52.7	+24 16	10.0	12.23.	6 39.1	+25 32	9.5
28.	6 58.5	+23 29	10.3	13.	6 48.7	+24 41	9.8	28.	6 33.7	+25 57	9.3
12.03.	6 56.0	+23 52	10.1	18.	6 44.1	+25 06	9.7				

15 Eunomia

szembenállás: 1998.11.10.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m
1.02.	2 24.7	+27 47	8.9	1.22.	2 42.9	+26 14	9.3	2.11.	3 09.3	+25 39	9.7
07.	2 28.3	+27 17	9.0	27.	2 48.8	+26 01	9.4	16.	3 16.9	+25 36	9.7
12.	2 32.5	+26 52	9.1	2.01.	2 55.2	+25 51	9.5	21.	3 24.7	+25 35	9.8
17.	2 37.4	+26 31	9.2	06.	3 02.1	+25 44	9.6	26.	3 32.9	+25 35	9.9

16 Psyche

szembenállás: 08.04.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	m
6.26.	21 16.5	-13 42	10.3	7.26.	21 00.9	-15 08	9.6	8.25.	20 37.6	-17 17	9.8
7.01.	21 15.2	-13 49	10.2	31.	20 57.0	-15 30	9.5	30.	20 34.7	-17 35	9.9
06.	21 13.3	-14 00	10.1	8.05.	20 52.9	-15 52	9.4	9.04.	20 32.2	-17 51	10.0
11.	21 10.9	-14 14	10.0	10.	20 48.8	-16 15	9.5	09.	20 30.4	-18 05	10.1
16.	21 08.0	-14 30	9.9	15.	20 44.8	-16 37	9.6	14.	20 29.1	-18 16	10.2
21.	21 04.6	-14 48	9.8	20.	20 41.1	-16 58	9.7	19.	20 28.6	-18 24	10.3

18 Melpomene

szembenállás: 2000.01.17.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
11.03.	8 06.1	+9 25	10.3	11.23.	8 18.0	+8 11	10.0	12.13.	8 16.8	+7 58	9.7
08.	8 10.1	+9 03	10.2	28.	8 19.0	+8 01	10.0	18.	8 14.3	+8 07	9.6
13.	8 13.5	+8 43	10.2	12.03.	8 19.1	+7 55	9.9	23.	8 11.1	+8 22	9.5
18.	8 16.1	+8 25	10.1	08.	8 18.4	+7 54	9.8	28.	8 07.1	+8 43	9.4

29 Amphitrite

szembenállás: 12.11.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
10.04.	5 30.2	+30 08	10.1	11.03.	5 38.2	+32 06	9.6	12.03.	5 15.9	+33 15	8.9
09.	5 33.5	+30 29	10.1	08.	5 36.5	+32 24	9.5	08.	5 10.2	+33 14	8.8
14.	5 36.1	+30 49	10.0	13.	5 33.9	+32 39	9.4	13.	5 04.4	+33 10	8.8
19.	5 37.9	+31 09	9.9	18.	5 30.4	+32 53	9.2	18.	4 58.8	+33 01	8.9
24.	5 38.9	+31 28	9.8	23.	5 26.2	+33 04	9.1	23.	4 53.5	+32 49	9.0
29.	5 39.0	+31 48	9.7	28.	5 21.3	+33 11	9.0	28.	4 48.7	+32 34	9.1

40 Harmonia

szembenállás: 02.14.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
1.22.	10 18.9	+15 44	10.4	2.11.	10 01.8	+18 04	9.8	3.03.	9 41.9	+20 02	10.2
27.	10 15.4	+16 17	10.2	16.	9 56.7	+18 38	9.8	08.	9 37.7	+20 22	10.3
2.01.	10 11.4	+16 52	10.1	21.	9 51.5	+19 10	9.9				
06.	10 06.8	+17 28	10.0	26.	9 46.5	+19 38	10.1				

41 Daphne

szembenállás: 05.28.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
4.12.	16 49.7	-2 09	10.3	5.12.	16 47.8	+4 20	9.8	6.11.	16 28.2	+7 10	9.8
17.	16 51.4	-1 01	10.2	17.	16 45.1	+5 11	9.7	16.	16 25.3	+7 05	9.9
22.	16 52.2	+0 08	10.1	22.	16 41.9	+5 53	9.7	21.	16 22.8	+6 50	10.0
27.	16 52.3	+1 15	10.0	27.	16 38.5	+6 27	9.7	26.	16 21.0	+6 27	10.1
5.02.	16 51.5	+2 21	9.9	6.01.	16 35.0	+6 51	9.7	7.01.	16 19.7	+5 57	10.3
07.	16 50.0	+3 23	9.8	06.	16 31.5	+7 06	9.8				

63 Ausonia

szembenállás: 07.24.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
7.01. 20	43.2	-25 52	10.2	7.21. 20	25.4	-26 16	9.7	8.10. 20	05.2	-26 02	10.1
06. 20	39.7	-25 59	10.1	26. 20	20.1	-26 17	9.7	15. 20	01.2	-25 51	10.2
11. 20	35.4	-26 07	9.9	31. 20	14.8	-26 16	9.8				
16. 20	30.6	-26 12	9.8	8.05. 20	09.8	-26 10	9.9				

216 Kleopatra

szembenállás: 11.22.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
10.14. 4	18.2	+17 26	10.3	11.08. 4	09.8	+12 54	9.7	12.03. 3	50.5	+8 34	9.8
19. 4	18.1	+16 37	10.2	13. 4	06.2	+11 57	9.6	08. 3	47.1	+7 56	9.9
24. 4	17.2	+15 45	10.0	18. 4	02.3	+11 00	9.6	13. 3	44.2	+7 24	10.0
29. 4	15.4	+14 50	9.9	23. 3	58.2	+10 07	9.6	18. 3	41.9	+7 00	10.2
11.03. 4	12.9	+13 53	9.8	28. 3	54.2	+9 18	9.7	23. 3	40.4	+6 42	10.3

532 Herculina

szembenállás: 12.09.

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ' "	m
11.13. 5	32.9	+9 28	10.3	12.03. 5	17.0	+9 50	9.9	12.23. 4	57.4	+10 55	9.9
18. 5	29.7	+9 30	10.2	08. 5	12.2	+10 02	9.8	28. 4	52.9	+11 18	9.9
23. 5	25.9	+9 34	10.0	13. 5	07.2	+10 17	9.8	22. 13	26.0	-4 04	10.3
28. 5	21.7	+9 41	9.9	18. 5	02.2	+10 35	9.8				

Üstökösök

21P/Giacobini–Zinner

szembenállás: 1998.06.09.

földközelen: 1998.11.27. 0.850 AU

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ′	r AU	Δ AU	E °	m
01.02.	00 14.32	−23 54.7	1.186	0.998	74	10.1
07.	00 38.05	−23 33.6	1.221	1.039	74	10.4
12.	01 00.53	−22 58.4	1.257	1.083	75	10.7
17.	01 21.77	−22 11.7	1.296	1.131	75	11.0
22.	01 41.85	−21 16.0	1.336	1.182	76	11.2
27.	02 00.82	−20 13.6	1.377	1.236	76	11.5
02.01.	02 18.78	−19 06.5	1.420	1.292	76	11.8
06.	02 35.82	−17 56.2	1.463	1.352	76	12.1
11.	02 52.03	−16 44.3	1.507	1.413	76	12.4
16.	03 07.52	−15 31.8	1.552	1.478	75	12.7
21.	03 22.35	−14 19.8	1.597	1.544	75	13.0

29P/Schwassmann–Wachmann 1

szembenállás: 05.12.

földközelen: 05.14. 5.173 AU

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° ′	r AU	Δ AU	E °	m
01.02.	14 59.94	−26 00.2	6.198	6.760	52	(*)
12.	15 05.84	−26 34.3	6.196	6.624	60	
22.	15 11.01	−27 06.3	6.194	6.476	69	
02.01.	15 15.36	−27 36.0	6.191	6.320	78	
11.	15 18.75	−28 02.9	6.189	6.158	87	
21.	15 21.09	−28 26.7	6.187	5.995	97	
03.03.	15 22.28	−28 46.9	6.185	5.835	106	
13.	15 22.29	−29 02.8	6.182	5.684	116	
23.	15 21.10	−29 13.9	6.180	5.544	126	
04.02.	15 18.78	−29 19.6	6.178	5.422	136	
12.	15 15.45	−29 19.4	6.175	5.320	146	
22.	15 11.31	−29 13.1	6.173	5.243	156	
05.02.	15 06.62	−29 00.9	6.170	5.194	164	
12.	15 01.71	−28 43.3	6.168	5.174	169	
22.	14 56.87	−28 21.5	6.165	5.183	165	
06.01.	14 52.45	−27 56.9	6.163	5.221	156	
11.	14 48.70	−27 31.2	6.160	5.286	147	
21.	14 45.84	−27 06.0	6.158	5.376	137	
07.01.	14 44.01	−26 42.9	6.155	5.486	127	
11.	14 43.27	−26 23.1	6.152	5.613	118	
21.	14 43.67	−26 07.4	6.150	5.754	108	

(*) A 14–15^m átlagos fényességű üstökös szabálytalan időközönként 11–12^m-ra kifé-nyesedik.

10P/Tempel 2

szembenállás: 06.14.
földközelen: 07.12. 0.654 AU

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	r AU	Δ AU	E °	m
05.02.	17 29 85	-05 08.4	1.941	1.086	136	12.8
07.	17 31.19	-04 50.3	1.913	1.028	140	12.6
12.	17 31.79	-04 34.9	1.885	0.974	144	12.4
17.	17 31.62	-04 23.4	1.857	0.923	148	12.2
22.	17 30.69	-04 17.0	1.830	0.876	151	12.0
27.	17 29.38	-04 16.8	1.804	0.834	155	11.8
06.01.	17 26.70	-04 24.2	1.778	0.796	158	11.6
06.	17 23.77	-04 40.1	1.752	0.762	161	11.4
11.	17 20.36	-05 05.7	1.728	0.733	162	11.3
16.	17 16.64	-05 41.7	1.704	0.709	160	11.2
21.	17 12.83	-06 28.5	1.681	0.690	160	11.0
26.	17 09.05	-07 25.9	1.659	0.674	157	10.9
07.01.	17 05.83	-08 33.5	1.638	0.664	154	10.8
06.	17 03.08	-09 50.2	1.617	0.657	150	10.7
11.	17 01.12	-11 14.8	1.598	0.654	145	10.6
16.	17 00.13	-12 45.8	1.581	0.655	141	10.6
21.	17 00.28	-14 21.5	1.564	0.659	137	10.5
26.	17 01.65	-16 00.3	1.549	0.667	133	10.5
08.05.	17 08.32	-19 20.4	1.522	0.689	126	10.5
10.	17 13.64	-20 58.7	1.512	0.704	122	10.5
15.	17 20.31	-22 33.9	1.502	0.722	119	10.5
20.	17 28.28	-24 04.7	1.495	0.741	116	10.5
25.	17 37.49	-25 29.9	1.489	0.762	114	10.6
30.	17 47.87	-26 48.4	1.485	0.785	111	10.6
09.04.	17 59.33	-27 59.1	1.482	0.809	109	10.7
09.	18 11.79	-29 01.3	1.482	0.836	107	10.7
14.	18 25.15	-29 54.0	1.483	0.864	105	10.8
19.	18 39.29	-30 36.7	1.486	0.895	103	10.9
24.	18 54.08	-31 09.0	1.490	0.927	101	11.0
29.	19 09.36	-31 30.6	1.496	0.960	99	11.1
10.04.	19 25.01	-31 41.3	1.504	0.996	98	11.2
09.	19 40.90	-31 41.3	1.514	1.034	96	11.3
14.	19 56.92	-31 30.9	1.525	1.074	95	11.4
19.	20 12.94	-31 10.6	1.538	1.116	93	11.6
24.	20 28.86	-30 40.9	1.552	1.160	92	11.7
29.	20 44.58	-30 02.6	1.568	1.206	90	11.8
11.03.	21 00.03	-29 16.5	1.585	1.254	89	12.0
08.	21 15.19	-28 23.2	1.603	1.304	88	12.1
13.	21 30.00	-27 23.7	1.622	1.356	86	12.3
18.	21 44.44	-26 18.9	1.642	1.411	85	12.4
23.	21 58.51	-25 09.5	1.664	1.467	83	12.6
28.	22 12.18	-23 56.3	1.686	1.525	81	12.8

P/1994 P1 (Machholz 2)

földközelen: 2000.01.14. 0.305 AU

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	r AU	Δ AU	E °	m
10.19.	17 43.28	−11 41.8	1.112	1.165	61	13.0
24.	17 54.36	−11 45.3	1.057	1.133	59	12.4
29.	18 06.36	−11 46.9	1.005	1.096	57	11.8
11.03.	18 19.31	−11 46.4	0.955	1.054	56	11.1
08.	18 33.23	−11 43.9	0.907	1.007	54	10.5
13.	18 48.15	−11 39.6	0.864	0.955	53	9.8
18.	19 04.09	−11 34.3	0.826	0.899	52	9.2
23.	19 21.09	−11 29.1	0.794	0.838	51	8.6
28.	19 39.23	−11 25.8	0.770	0.775	50	8.1
12.03.	19 58.66	−11 26.7	0.755	0.709	50	7.7
08.	20 19.69	−11 34.6	0.749	0.643	50	7.4
13.	20 42.79	−11 52.2	0.753	0.577	50	7.2
18.	21 08.75	−12 22.0	0.767	0.513	50	7.2
23.	21 38.69	−13 05.0	0.789	0.454	52	7.2
28.	22 14.17	−13 58.9	0.820	0.401	55	7.4

106P/Schuster

szembenállás: 09.21.

földközelen: 10.24. 0.777 AU

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	r AU	Δ AU	E °	m
10.09.	00 37.77	−30 35.6	1.706	0.798	143	13.0
14.	00 32.13	−29 25.0	1.685	0.787	141	12.9
19.	00 26.87	−27 56.2	1.666	0.780	139	12.8
24.	00 22.25	−26 10.4	1.647	0.777	136	12.7
29.	00 18.48	−24 09.2	1.631	0.779	134	12.6
11 03.	00 15.68	−21 54.5	1.615	0.784	131	12.6
08.	00 13.98	−19 28.6	1.601	0.793	127	12.6
13.	00 13.41	−16 53.9	1.589	0.805	124	12.5
18.	00 13.98	−14 12.8	1.578	0.821	121	12.5
23.	00 15.65	−11 27.6	1.569	0.841	118	12.6
28.	00 18.37	−08 40.1	1.562	0.863	115	12.6
12.03.	00 22.07	−05 52.1	1.556	0.888	112	12.6
08.	00 26.70	−03 05.0	1.552	0.916	109	12.7
13.	00 32.19	−00 19.8	1.550	0.947	107	12.7
18.	00 38.48	+02 22.4	1.550	0.981	104	12.8
23.	00 45.51	+05 00.9	1.551	1.016	102	12.9
28.	00 53.22	+07 35.0	1.555	1.054	99	13.0

C/1998 M5 (LINEAR)

szembenállás: 03.23.
földközelen: 03.10. 1.528 AU

dátum 0 ^h UT	RA h m	D ° '	r AU	Δ AU	E °	m
01.02.	18 57 05	+41 33.9	1.767	1.950	65	9.9
07.	18 59.88	+43 02.7	1.757	1.919	66	9.9
12.	19 02.92	+44 44.8	1.750	1.885	67	9.8
17.	19 06.14	+46 41.1	1.745	1.848	68	9.8
22.	19 09.56	+48 52.8	1.743	1.809	70	9.7
27.	19 13.12	+51 21.2	1.742	1.768	72	9.7
02.01.	19 16.83	+54 07.3	1.745	1.727	75	9.6
06.	19 20.68	+57 12.0	1.750	1.686	77	9.6
11.	19 24.69	+60 36.4	1.757	1.647	79	9.6
16.	19 28.86	+64 21.0	1.766	1.611	82	9.5
21.	19 33.21	+68 25.5	1.778	1.580	84	9.5
26.	19 37.8	+72 49.0	1.792	1.555	87	9.5
03.03.	19 42.8	+77 29.6	1.808	1.537	89	9.5
08.	19 49.0	+82 24.3	1.827	1.528	90	9.6
13.	20 03	+87 29.0	1.847	1.529	92	9.6
18.	07 39	+87 19.8	1.869	1.541	92	9.7
23.	07 52.6	+82 09.0	1.893	1.563	93	9.8
28.	07 59.0	+77 02.7	1.919	1.597	92	9.9
04.02.	08 04.4	+72 05.5	1.947	1.642	92	10.0
07.	08 09.39	+67 20.7	1.976	1.698	90	10.1
12.	08 14.28	+62 51.0	2.006	1.763	89	10.3
17.	08 19.11	+58 37.7	2.038	1.836	87	10.4
22.	08 23.92	+54 41.4	2.071	1.917	84	10.6
27.	08 28.72	+51 02.0	2.105	2.005	82	10.8
05.02.	08 33.49	+47 38.8	2.140	2.098	79	10.9
07.	08 38.26	+44 30.7	2.176	2.195	76	11.1
12.	08 43.02	+41 36.5	2.213	2.296	73	11.3
17.	08 47.77	+38 55.1	2.252	2.399	70	11.4
22.	08 52.52	+36 25.1	2.290	2.503	66	11.6
27.	08 57.25	+34 05.4	2.330	2.609	63	11.8
06.01.	09 01.97	+31 54.9	2.370	2.715	60	11.9
06.	09 06.66	+29 52.6	2.411	2.820	56	12.1
11.	09 11.33	+27 57.4	2.453	2.925	53	12.2

Útmutató az 1997 üstökösei táblázathoz (következő oldal)

A táblázat első felében az új felfedezések mellett azok az üstökösök szerepelnek, melyek első visszatérését 1997-ben észlelték. Az ideiglenes jelölés és a név után a felfedező vagy újrafelfedező neve, a felfedezés helye, időpontja és műszere, valamint a felfedező által megadott összfényesség szerepel. A P/ jelölés 200 évnél rövidebb keringési időt jelez. A műszer rovatban az objektívmérőt méterben adtuk meg. B = binokulár, T = tükrös távcső, S = Schmidt-teleszkóp, Sw = 0.91 m-es Spacewatch (Ürfürkész) kamera. A második rész a régóta ismert, több napközelség során megfigyelt üstökösöket tartalmazza. Itt a P/ előtt álló szám az IAU által 1994-ben kiadott hivatalos sorszám.

1997 üstökösei

jelölés	felfedező	a felfedezés			m
		helye	dátuma	műszere	
C/1996 M1 (SOHO)	D. Biesecker				
	B. McCarty	SOHO	06.17.		8
C/1996 M2 (SOHO)	B. McCarty	SOHO	06.25.		
C/1996 O1 (SOHO)	D. Biesecker				
	B. McCarty	SOHO	07.21.		7
C/1996 O2 (SOHO)	D. Biesecker				
	B. McCarty	SOHO	07.23.		8
C/1996 O3 (SOHO)	D. Biesecker				
	B. McCarty	SOHO	07.25.		8
C/1996 O4 (SOHO)	D. Biesecker				
	B. McCarty	SOHO	07.27.		6
C/1997 A1 (NEAT)	NEAT Team	Haleakala	01.10.	0.99 T	18.6
P/1997 B1 (Kobayashi)	T. Kobayashi	Oizumi	01.30.	0.41 T	18
C/1997 B2 (SOHO)	D. Biesecker	SOHO	01.26.		>8
C/1997 BA6 (Spacewatch)	T. Gehrels	Kitt Peak	01.31.	Sw	19.4
P/1997 C1 (Gehrels)	T. Gehrels	Kitt Peak	02.01.	Sw	17.9
C/1997 D1 (Mueller)	J. Mueller	Palomar	02.17.	1.22 S	16
P/1997 G1 (Montani)	J. Montani	Kitt Peak	04.09.	Sw	19.1
C/1997 G2 (Montani)	J. Montani	Kitt Peak	04.12.	Sw	18.4
P/1997 H1 (McNaught—Hughes)	J. Scotti	Kitt Peak	04.16.	Sw	20.6
	A. Nakamura	Kuma Kogen	04.29.	0.60 T	20.3
C/1997 H2 (SOHO)	S. Stezelberger	SOHO	04.29.		4
C/1997 H3 (SOHO)	D. Biesecker	SOHO	04.25.		6.6
C/1997 J1 (Mueller)	J. Mueller	Palomar	05.03.	1.22 S	14
C/1997 J2 (Meunier—Dupouy)	M. Meunier	Arbonne	05.07.	0.20 T	14.0
	P. Dupouy	de Dax	05.08.	0.20 T	15.5
C/1997 K1 (SOHO)	C. St. Cyr	SOHO	05.31.		
C/1997 L1 (Zhu—Balam)	J. Zhu	Xinglong	06.03.	0.60 S	16.7
	D. Balam	Dominion	06.08.	1.82 T	16.5
C/1997 L2 (SOHO)	S. Stezelberger	SOHO	06.10.		5
C/1997 L3 (SOHO)	S. Stezelberger	SOHO	06.12.		4
C/1997 L4 (SOHO)	D. Lewis	SOHO	06.14.		4
C/1997 M1 (SOHO)	C. St. Cyr	SOHO	06.29.		>5
P/1997 M2 (Mueller 2)	A. Sugie	Dynic	06.29.	0.60 T	18.9
	A. Nakamura	Kuma Kogen	07.05.	0.60 T	19.9
C/1997 N1 (Tabur)	V. Tabur	Waniassa	07.02.	0.20 T	10
P/1997 N2 (Helin—Roman—Alu 2)					
	C. Hergenrother	Mt. Hopkins	07.14.	1.22 T	19.6
C/1997 O1 (Tilbrook)	J. Tilbrook	Clare	07.22.	0.20 T	10
C/1997 P1 (SOHO)	S. Stezelberger	SOHO	08.03.		4
C/1997 P2 (Spacewatch)	T. Gehrels	Kitt Peak	08.12.	Sw	18.6

jelölés	felfedező	a felfedezés			m
		helye	dátuma	műszere	
C/1997 P3 (SOHO)	D. Biesecker	SOHO	08.07.		7.5
C/1997 Q1 (SOHO)	D. Biesecker	SOHO	08.31.		7
C/1997 Q2 (SOHO)	K. Schenk	SOHO	08.22.		4
C/1997 R1 (SOHO)	D. Biesecker	SOHO	09.08.		8
C/1997 R2 (SOHO)	D. Biesecker	SOHO	09.14.		6.5
C/1997 R3 (SOHO)	S. Stezelberger	SOHO	09.15.		6
C/1997 S1 (SOHO)	D. Biesecker	SOHO	09.29.		7
C/1997 S2 (SOHO)	D. Biesecker	SOHO	09.25.		7.5
C/1997 T1 (Utsunomiya)	S. Utsunomiya	Azamihara	10.03.	0.15 B	10.5
C/1997 T2 (SOHO)	D. Lewis	SOHO	10.03.		6
P/1997 T3 (Lagerkvist–Carsenty)	C.-I. Lagerkvist U. Carsenty	La Silla	10.01.	1.02 S	
	A. Nathues	La Silla	10.06.	0.61 T	18.9
C/1997 T4 (SOHO)	D. Biesecker	SOHO	10.06.		7
C/1997 T5 (SOHO)	D. Biesecker	SOHO	10.07.		7
C/1997 U1 (SOHO)	D. Biesecker	SOHO	10.28.		7.3
P/1997 V1 (Larsen)	J. Larsen	Kitt Peak	11.03.	Sw	16.6
C/1997 V2 (SOHO)	D. Lewis	SOHO	11.08.		6
C/1997 W1 (SOHO)	S. Stezelberger	SOHO	11.21.		5
C/1997 W2 (SOHO)	D. Biesecker	SOHO	11.19.		
C/1997 X1 (SOHO)	S. Stezelberger	SOHO	12.01.		5
P/1997 X2 (Kowal–Vávrová)	J. Scotti	Kitt Peak	12.05.	Sw	21.8
100P/Hartley 1	A. Galád P. Kolényi L. Kornos				
	A. Pravda	Modra	01.12.	0.60 T	19.5
26P/Grigg–Skjellerup	J. Scotti	Kitt Peak	01.17.	Sw	20.7
55P/Tempel–Tuttle	K. Meech O. Hainaut				
	J. Bauer	Mauna Kea	03.04.	10.01 T	22.5
68P/Klemola	C. Hergenrother	Mt. Hopkins	03.29.	1.22 T	21.4
103P/Hartley 2	C. Hergenrother	Mt. Hopkins	05.02.	1.22 T	19.6
104P/Kowal 2	C. Hergenrother	Mt. Hopkins	05.14.	1.22 T	19.3
49P/Arend–Rigaux	C. Veillet	Mauna Kea	06.29.	3.61 T	19.8
69P/Taylor	A. Sugie	Dynic	10.08.	0.60 T	17.8
62P/Tsuchinshan 1	J. Scotti	Kitt Peak	10.12.	Sw	21.1
88P/Howell	J. Scotti	Kitt Peak	12.31.	Sw	20.0

A jelölések magyarázata a táblázatot megelőző oldalon található.

Meteorrajok

A raj neve	kódja	aktivitás	max.	radiáns				vándorlása	
				v km s	RA °	D °	SL °	ΔRA °/d	ΔD °/d
Quadrantidák	QUA	01.01–05.	01.03.	42	230	49	283	0.80	–0.20
Nü Aurigidák	NUA	01.01–10.	01.05.		87	35	285		
Delta Cancridák	DCA	01.05–24.	01.14.	28	126	20	294	0.90	–0.10
Alfa Canis Maioridák	ACM	01.03–02.02.	01.15.		105	–17	295		
Gamma Corvidák	GCO	01.08–29.	01.22.		185	–18	302		
Alfa Hydridák	AHY	01.05–02.14.	01.24.		140	–10	304		
Alfa Leonidák	ALE	12.28–02.13.	01.29.		159	6	309		
Pszí Leonidák	PLE	01.14–02.23.	01.29.		143	17	309		
Alfa Aurigidák	AAU	01.15–02.20.	02.10.		74	43	321		
Delta Leonidák	DLE	02.05–03.19.	02.26.	23	159	19	338	0.75	–0.50
Virginidák	VIR	02.03–04.15.	03.10.	35	186	0	350	0.81	–0.33
Zéta Bootidák	DBO	03.05–15.	03.12.		218	12	352		
Cameloparidák	CAM	03.14–04.07.	03.19.	7	119	68	359	1.35	0.51
Delta Draconidák	DDR	03.28–04.17.	04.04.	27	281	68	14		
Kappa Serpentidák	KSE	04.01–07.	04.04.	45	230	18	14		
Szigma Leonidák	SLE	03.21–05.13.	04.17.	20	195	–5	27	0.44	0.11
Áprilisi Lyridák	LYR	04.16–25.	04.22.	48	271	34	32	1.10	0.00
Mü Virginidák	MVI	04.01–05.12.	04.25.	29	221	–5	35	0.53	–0.30
Alfa Bootidák	ABO	04.14–05.12.	04.28.	20	218	19	38	0.90	–0.10
Fi Bootidák	FBO	04.16–05.12.	04.30.	12	240	51	40		
Alfa Scorpiidák	ASC	03.26–06.04.	05.03.	35	240	–22	43	0.90	–0.10
Éta Aquaridák	ETA	04.19–05.28.	05.04.	66	336	–2	44	0.90	0.40
Májusi Capricornidák	ACA	04.19–05.26.	05.08.		305	–13	48		
Gamma Capricornidák	GCA	04.26–05.25.	05.11.		326	–17	50		
Északi Ophiuchidák	NOP	04.25–05.31.	05.13.	30	249	–14	52	0.90	–0.10
Alfa Coronidák	ACO	05.01–31.			231	27	49		
Májusi Ursidák	UMI	05.05–06.06.	05.16.		233	76	55		
Déli Ophiuchidák	SOP	05.10–29.	05.20.	30	258	–24	59	0.90	–0.10
Tau Herculidák	THE	05.19–06.14.	06.03.	15	228	39	72	–0.10	0.90
Khi Scorpiidák	CSC	05.24–06.20.	06.05.	21	247	–13	74	0.90	–0.10
Théta Ophiuchidák	TOP	06.04–16.	06.13.	27	267	–20	82	0.90	0.00
Júniusi Lyridák	JLY	06.11–21.	06.16.	31	278	35	85	0.80	0.00
Corvidák	COR	06.25–30.	06.26.	10	192	–19	95		
Rho Sagittaridák	RSA	06.15–07.08.	06.27.		293	–17	96		
Tau Cetidák	CET	06.18–07.04.	06.27.		24	–12	96		
Júniusi Bootidák	JBO	06.27–28.	06.28.	14	219	49	99		
Tau Aquaridák	TAQ	06.19–07.05.	06.30.		343	–12	99		
Alfa Cygnidák	ACG	07.01–09.30.	07.15.		315	48	113		
Omikron Draconidák	ODR	07.07–24.	07.16.	24	271	59	114		
Piscis Austrinidák	PAU	07.09–08.17.	07.28.	35	341	–30	125	1.00	0.20
Déli Delta Aquaridák	SDA	07.08–08.19.	07.29.	41	333	–17	127	0.80	0.18
Alfa Capricornidák	CAP	07.03–08.25.	07.30.	23	307	–10	126	0.90	0.30
Déli Iota Aquaridák	SIA	07.15–08.25.	08.05.	34	333	–15	133	1.07	0.18

A raj neve	kódja	aktivitás	max.	v			radiáns			vándorlása	
				$\frac{\text{km}}{\text{s}}$	RA °	D °	SL °	ΔRA °/d	ΔD °/d		
Cassiopeidák	CAS	08.01–31.		31	18	59	137				
Északi Delta Aquaridák	NDA	07.14–08.25.	08.12.	42	339	–5	139	1.00	0.20		
Perseidák	PER	07.21–08.24.	08.12.	59	46	57	139	1.35	0.12		
Kappa Cygnidák	KCG	08.03–08.31.	08.18.	25	286	59	145				
Északi Iota Aquaridák	NIA	08.11–09.20.	08.20.	31	327	–6	147	1.03	0.13		
Pi Eridanidák	ERI	08.20–09.05.	08.28.	59	52	–15	155	0.80	0.20		
Déli Éta Cetidák	SEC	08.22–09.08.	08.31.		15	–20	158				
Aurigidák	AUR	08.24–09.05.	09.01.	66	85	42	159	1.10	0.00		
Északi Éta Cetidák	NEC	08.14–09.15.	09.02.		20	–12	159				
Epszilon Eridanidák	EER	09.09–12.	09.10.		57	–12	167				
Kappa Aquaridák	KAQ	09.08–30.	09.21.	16	339	–2	178	1.00	0.20		
Déli Piscidák	SPI	08.15–10.14.	09.24.	26	8	0	181	0.90	0.20		
Októberi Capricornidák	OCC	09.20–10.14.	10.03.	15	303	–10	190	0.80	0.20		
Andromedidák	AND	09.25–11.12.	10.03.	18	20	34	190	0.38	0.66		
Szigma Orionidák	SOR	09.10–10.26.	10.05.	65	86	–3	192	1.20	0.00		
Giacobinidák	GIA	10.06–10.	10.09.	20	262	54	196				
Északi Piscidák	NPI	09.25–10.19.	10.12.	29	26	14	199				
Epszilon Geminidák	EGE	10.14–27.	10.19.	69	104	27	206	1.00	0.00		
Orionidák	ORI	10.02–11.07.	10.21.	66	95	16	208	1.23	0.13		
Leo Minoridák	LMI	10.22–24.	10.24.	62	162	37	211				
Déli Tauridák	STA	09.15–11.26.	11.03.	27	51	14	221	0.79	0.15		
Pegasidák	PEG	10.29–11.12.	11.12.	11	335	21	230				
Északi Tauridák	NTA	09.13–12.01.	11.13.	29	58	22	231	0.76	0.10		
Leonidák	LEO	11.14–21.	11.17.	71	152	22	235	0.70	–0.42		
Delta Eridanidák	DER	11.06–29.	11.18.		58	–9	236				
Alfa Monocerotidák	AMO	11.06–29.	11.20.	60	117	–6	238	1.10	–0.10		
Északi Khi Orionidák	ORN	11.16–12.15.	12.02.	28	82	23	260	1.20	0.00		
Delta Arietidák	ARI	12.08–14.	12.09.	13	52	22	257				
Monocerotidák	MON	11.27–12.17.	12.10.	42	100	14	258	1.20	0.00		
Szigma Hydridák	HYD	12.03–15.	12.11.	58	127	2	259	0.70	–0.20		
Déli Khi Orionidák	ORS	12.07–14.	12.11.	26	85	16	259				
Geminidák	GEM	12.04–18.	12.14.	34	112	33	262	1.02	–0.07		
Coma Berenicidák	COM	12.12–01.23.	12.17.	65	175	25	265	0.88	–0.45		
Ursidák	URS	12.17–26.	12.22.	33	217	75	270				
Omega Canis Maioridák	OCM	12.17–01.04.	12.27.		108	–25	275				

A táblázatban megtalálható a raj hivatalos neve, nemzetközi betűkódja, az aktivitás időszaka, amikor célszerűtlen figyelni, és a legnagyobb gyakoriság időpontja. A fizikai adatok: v a rajtagok átlagos mozgási sebessége a Földhöz képest, RA és D a radiáns egyenlítői koordinátái, SL a Nap geocentrikus ekliptikai hosszúsága a gyakorisági maximum idején, ΔRA és ΔD a radiáns vándorlásának sebessége fok/nap egységben.

Fogyatkozások, fedések

(Minden időadat UT-ben)

Napfogyatkozások:

2.16. 3^h 52^m – 9^h 15^m

Gyűrűs napfogyatkozás, Európából nem látható. A fogyatkozás sávja az Atlanti-óceánon, Dél-Afrikán, az Indiai-óceánon, Indonézián, Malajzián, a Fülöp-szigeteken, Ausztrálián és az Antarktison halad át.

8.11 8^h 26^m – 13^h 40^m

Teljes napfogyatkozás, hazánkból is látható. A fogyatkozás adatait a következő oldalakon részletes táblázatok és ábrák tartalmazzák. További információk találhatók az évkönyv kapcsolódó cikkeiben.

Holdfogyatkozások:

1.31. 14^h 05^m – 18^h 30^m

Félárnyékos holdfogyatkozás, hazánkból a fogyatkozás vége figyelhető meg, a Hold 15^h 41^m-kor kel, a Nap 15^h 45^m-kor nyugszik. Belépés a félárnyékba 14^h 05^m, a fogyatkozás közepe 16^h 18^m, kilépés a félárnyékból 18^h 30^m.

A fogyatkozás nagysága félárnyban 1.028, a teljes árnyék távolsága –0.03.

7.28. 8^h 56^m – 14^h 11^m

Részleges holdfogyatkozás, hazánkból nem látható. Belépés a félárnyékba 8^h 56^m, belépés a teljes árnyékba 10^h 22^m, a fogyatkozás közepe 11^h 34^m, kilépés a teljes árnyékból 12^h 46^m, kilépés a félárnyékból 14^h 11^m.

A fogyatkozás nagysága 0.402.

Merkúr átvonulás:

11.15. 21^h 15^m – 22^h 07^m

A jelenség Amerikából, Ausztráliából és a Csendes-óceán területéről figyelhető meg.

A Hold bolygófedései

9.20. 23^h Neptunusz-fedés, a bolygó fényessége 7^m9, a Hold fázisa 0.78, növekvő. Magyarországról csak a belépés figyelhető meg, a Hold 23^h 37^m-kor lenyugszik.

belépés 22^h 48^m0 P = 79° h = 6°,

9.21. 20^h Uránusz-fedés, a bolygó fényessége 5^m7, a Hold fázisa 0.85, növekvő.

belépés 20^h 13^m8 P = 21° h = 25°,

kilépés 21^h 04^m1 P = 303° h = 23°.

A további bolygófedések Magyarországról nem figyelhetők meg.

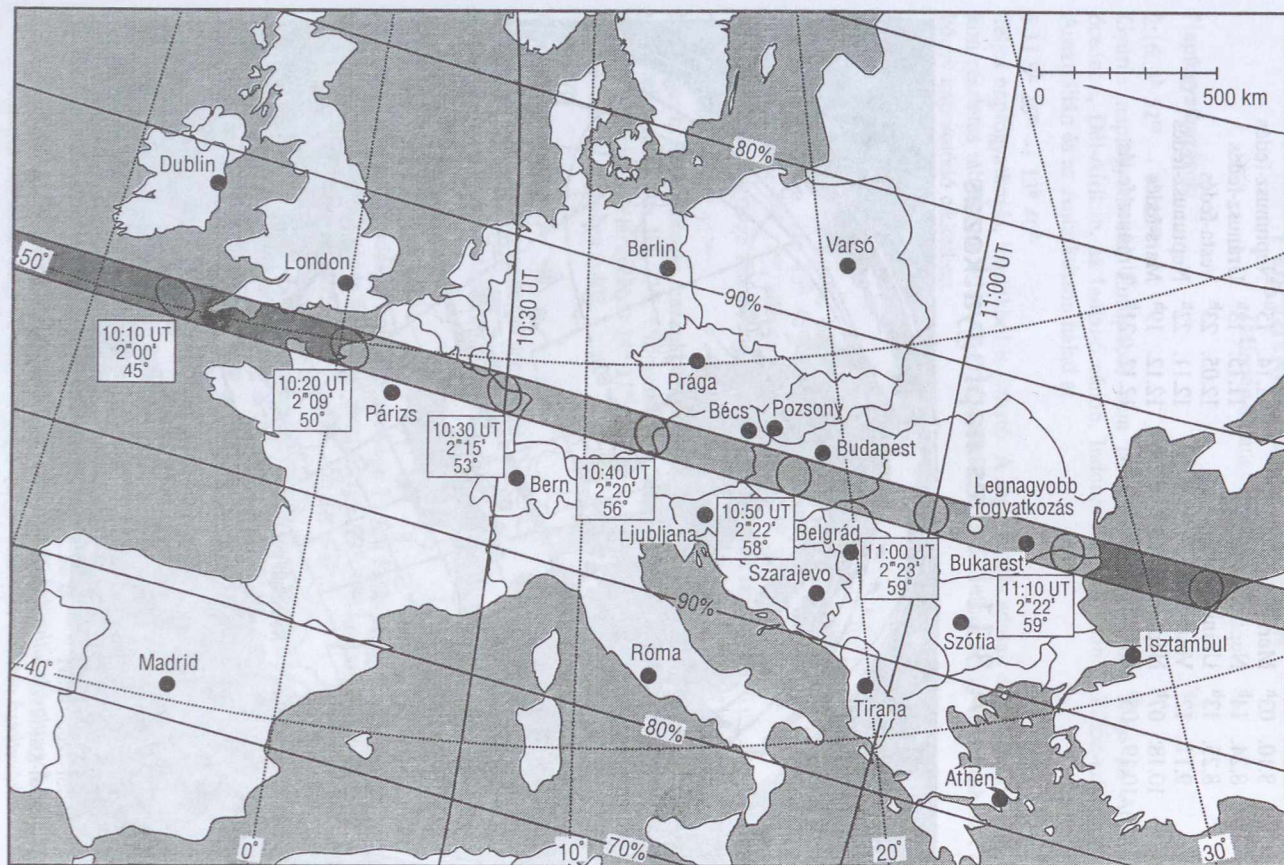
4.10.	09 ^h	Neptunusz-fedés	6.04.	22 ^h	Uránusz-fedés
4.14.	04 ^h	Merkúr-fedés	7.01.	03 ^h	Neptunusz-fedés
5.07.	17 ^h	Neptunusz-fedés	7.02.	03 ^h	Uránusz-fedés
5.08.	16 ^h	Uránusz-fedés	7.28.	08 ^h	Neptunusz-fedés
6.03.	22 ^h	Neptunusz-fedés	7.29.	07 ^h	Uránusz-fedés

8.10. 03 ^h	Merkúr-fedés	11.14. 15 ^h	Neptunusz-fedés
8.24. 14 ^h	Neptunusz-fedés	11.15. 13 ^h	Uránusz-fedés
8.25. 13 ^h	Uránusz-fedés	12.05. 23 ^h	Vesta-fedés
9.11. 12 ^h	Vesta-fedés	12.11. 22 ^h	Neptunusz-fedés
10.18. 07 ^h	Neptunusz-fedés	12.12. 19 ^h	Mars-fedés
10.19. 05 ^h	Uránusz-fedés	12.12. 21 ^h	Uránusz-fedés

A 8.11-i teljes napfogyatkozás



A fogyatkozás láthatósága a Földön (F. ESPENAK NASA/GSFC alapján)
A következő oldalon található térkép a fogyatkozás európai szakaszát mutatja



A 8.11-i napfogyatkozás adatai

időpont (UT)	10 ^h 45 ^m	10 ^h 50 ^m	10 ^h 55 ^m	11 ^h 00 ^m
központi vonal φ	47° 34.4	46° 56.7	46° 16.1	45° 32.6
λ	15° 17.2	17° 53.9	20° 24.8	22° 50.6
északi határ φ	48° 03.9	47° 25.9	46° 44.8	46° 00.9
λ	15° 26.0	18° 05.1	20° 38.3	23° 06.2
déli határ φ	47° 04.9	46° 27.5	45° 47.3	45° 04.3
λ	15° 08.4	17° 42.7	20° 11.5	22° 35.3
A centrális fogyatkozás helyén				
a Nap magassága	57°5	58°4	59°0	59°3
a Nap azimutja	171°4	178°3	185°3	192°4
az umbra mozgásának azimutja	108°5	110°5	112°3	114°0
az umbra átmérője (km)	110.7	111.3	111.7	112.1
az umbra nagytengelye (km)	114.1	113.5	113.0	112.7
az umbra kistengelye (km)	96.3	96.6	96.8	96.9
az umbra sebessége (km/s)	0.704	0.693	0.686	0.681
a centrális fogy. időtartama	2 ^m 21 ^s .1	2 ^m 22 ^s .2	2 ^m 22 ^s .8	2 ^m 23 ^s .0
napátmérő/holdátmérő	1.0284	1.0285	1.0286	1.0286
napkorong/holdkorong terület	1.0577	1.0579	1.0580	1.0580
Első kontaktus (U1)	9 ^h 21 ^m 58 ^s	9 ^h 26 ^m 11 ^s	9 ^h 30 ^m 31 ^s	9 ^h 34 ^m 59 ^s
P1	286°	286°	287°	288°
V1	314°	312°	310°	307°
a Nap magassága	51°	54°	56°	57°
Második kontaktus (U2)	10 ^h 43 ^m 49 ^s	10 ^h 48 ^m 49 ^s	10 ^h 53 ^m 49 ^s	10 ^h 58 ^m 48 ^s
P2	107°	108°	108°	109°
V2	114°	109°	105°	100°
Harmadik kontaktus (U3)	10 ^h 46 ^m 11 ^s	10 ^h 51 ^m 11 ^s	10 ^h 56 ^m 11 ^s	11 ^h 01 ^m 11 ^s
P3	287°	288°	288°	289°
V3	293°	289°	284°	280°
Negyedik kontaktus (U4)	12 ^h 08 ^m 05 ^s	12 ^h 12 ^m 58 ^s	12 ^h 17 ^m 44 ^s	12 ^h 22 ^m 24 ^s
P4	108°	109°	109°	110°
V4	89°	85°	82°	78°
a Nap magassága	55°	54°	53°	52°
A holdprofil okozta korrekciók				
a Hold topo. horiz. parall.	3576''.2	3576''.6	3576''.8	3576''.9
a Hold topocentrikus félátmérője	973''.7	973''.8	973''.9	973''.9
a Hold relatív szögsebessége (''/s)	0.382	0.380	0.379	0.379
a Hold topocentrikus librációja	4°.94	4°.90	4°.86	4°.81
az északi határ pozíciószöge	17°.3	17°.9	18°.4	18°.9
az északi határ belső korrekciója	-0'.2	-0'.2	-0'.2	-0'.2
az északi határ külső korrekciója	0'.2	0'.3	0'.5	0'.7
a déli határ belső korrekciója	0'.9	0'.8	0'.9	0'.9
a déli határ külső korrekciója	-1'.8	-2'.2	-2'.4	-2'.6
időtartam korrekció	2°.0	1°.7	1°.6	1°.6

Adatok hosszúsági fokonként – A

keleti hosszúság	16°	17°	18°	19°
északi határ φ	47°56'16	47°42'01	47°27'19	47°11'69
az északi határ belső széle	47°55'93	47°41'78	47°26'98	47°11'50
az északi határ külső széle	47°56'42	47°42'27	47°27'51	47°12'11
UT	10 ^h 46 ^m 03	10 ^h 47 ^m 56	10 ^h 49 ^m 50	10 ^h 51 ^m 46
déli határ φ	46°52'87	46°38'30	46°23'06	46°07'13
a déli határ belső széle	46°53'74	46°39'18	46°23'91	46°07'99
a déli határ külső széle	46°50'91	46°36'20	46°20'83	46°04'81
UT	10 ^h 46 ^m 39	10 ^h 48 ^m 36	10 ^h 50 ^m 34	10 ^h 52 ^m 35
centrális vonal φ	47°24'54	47°10'17	46°55'14	46°39'43
UT	10 ^h 46 ^m 21	10 ^h 48 ^m 15	10 ^h 50 ^m 12	10 ^h 52 ^m 10
a Nap magassága	58°	58°	58°	59°
a Nap azimutja	173°	176°	179°	181°
a totális időtartama	2 ^m 21 ^s .4	2 ^m 21 ^s .8	2 ^m 22 ^s .2	2 ^m 22 ^s .5
magassági faktor	-0.57	-0.57	-0.57	-0.57
skálafaktor	2.08	2.08	2.08	2.08

Útmutató A 8.11-i napfogyatkozás adatai című táblázathoz (előző oldal)

U1, első kontaktus: a részleges (penumbrális) fogyatkozás kezdete;

U2, második kontaktus: a teljes (umbrális) fogyatkozás kezdete;

U3, harmadik kontaktus: a teljes (umbrális) fogyatkozás vége;

U4, negyedik kontaktus: a részleges (penumbrális) fogyatkozás vége;

P1 – P4: az egyes kontaktusok pozíciószöge;

V1 – V4: az egyes kontaktusok szögtávolsága a napkorong középpontjához képest a zenit irányától 0–360°-ig, az óramutató járásával ellenkező irányban mérve;

a Hold topo. horiz. parall.: a Hold topocentrikus horizontális parallaxisa;

a Hold relatív szögsebessége: a Naphoz viszonyított szögsebesség;

az északi határ pozíciószöge: a holdkorong azon pontjának pozíciószöge, amely meghatározza az umbra északi határvonalát;

az északi és a déli határ belső és külső korrekciója: az északi és a déli határvonalnál az érintőleges fedés külső és belső határvonala. Az ívpercben megadott adatokat hozzá kell adni a holdkorong közepes sugarával számított földrajzi szélesség értékekhez;

időtartam korrekció: a központi vonalon állva a holdprofil alapján néhány másodperccel hosszabb fogyatkozást várhatunk.

Adatok hosszúsági fokonként – B

keleti hosszúság	19°	20°	21°	22°
északi határ φ	47°11'69	46°55'51	46°38'64	46°21'07
az északi határ belső széle	47°11'50	46°55'33	46°38'46	46°20'89
az északi határ külső széle	47°12'11	46°56'01	46°39'21	46°21'69
UT	10 ^h 51 ^m 46	10 ^h 53 ^m 44	10 ^h 55 ^m 43	10 ^h 57 ^m 45
déli határ φ	46°07'13	45°50'52	45°33'22	45°15'21
a déli határ belső széle	46°07'99	45°51'38	45°34'07	45°16'06
a déli határ külső széle	46°04'81	45°48'11	45°30'73	45°12'67
UT	10 ^h 52 ^m 35	10 ^h 54 ^m 37	10 ^h 56 ^m 40	10 ^h 58 ^m 46
centrális vonal φ	46°39'43	46°23'03	46°05'94	45°48'15
UT	10 ^h 52 ^m 10	10 ^h 54 ^m 10	10 ^h 56 ^m 12	10 ^h 58 ^m 15
a Nap magassága	59°	59°	59°	59°
a Nap azimutja	181°	184°	187°	190°
a totalitás időtartama	2 ^m 22 ^s 5	2 ^m 22 ^s 7	2 ^m 22 ^s 9	2 ^m 23 ^s 0
magassági faktor	-0.57	-0.57	-0.58	-0.58
skálafaktor	2.08	2.09	2.09	2.09

Az északi és déli határ belső széle: a Watts-adatok bizonytalansága miatt az előrejelzések pontossága kb. 0''.3. A súroló terület belső határvonalát a holdperem legmélyebb völgyei adják, amelyek sorozatos második és harmadik kontaktusokat okoznak. Ez a belső határvonal adja a totalitás igazi határát. Olyan algoritmussal számították, amely azokat a legkülső pontokat keresi, ahol már semmilyen fotoszférikus terület nem látszik a holdkorong mentén, a kontaktus pontoktól mért $\pm 30^\circ$ -on belül, a fogyatkozás maximális fázisában.

Az északi és déli határ külső széle: a súroló terület külső határvonalának kijelölése már önkényesebben történt. Ezekre a földrajzi helyeken a maximális fázis pillanatában 60° szélességű, töretlen fotoszférikus terület (sarló) látható.

Magassági faktor: mivel az előrejelzések tengerszintre vonatkoznak, ezért ez a faktor szolgál a tengerszint feletti magasság korrigálására. Az észlelőhely tengerszint feletti magasságát (méterben) beszorozzuk a faktor értékével, és megkapjuk, hogy hány méterrel kell (északra) elmozdulnunk az umbravonal azimutjára merőlegesen. Mivel az északi féltekén ez a faktor általában negatív, ezért *délre* kell elmozdulnunk.

Skálafaktor: a súroló jelenség zónájának szélességét jelöli a Föld felszínén. Példa a használatára: a Nap kromoszférájának látszólagos mérete kb. 3'', ezt beszorozva a skálafaktorról kapjuk, hogy a belső határvonaltól 6 km-en belül a kromoszféra folyamatosan látható a totalitás során. Másik példa: a legdinamikusabb gyöngyfűzer jelenséget a holdperem szélétől 1''.5-re várhatjuk. Ezt beszorozva az itteni 2 km-es értékkel, 3 km-t kapunk, vagyis a külső határtól 3 km-re kell elhelyezkednünk befelé. A Watts-adatok bizonytalansága miatt a biztos totalitás eléréséhez a belső határon belül, attól legalább 1 km-re kell elhelyezkednünk (az északi határnál délre, a délinél északra).

A 8.11-i napfogyatkozás láthatósága – A

hely	λ	φ	h_t	U1	P1	U2	P2
	°	°	m	h m s	°	h m s	°
Aggtelek	20 30	48 28	200	9 30 41	283		
Ajka	17 34	47 06	238	9 25 40	286	10 48 09	99
Badacsony	17 29	46 48	437	9 25 30	287	10 48 19	135
Baja	18 58	46 11	99	9 28 02	287	10 51 55	170
Balassagyarmat	19 18	48 04	148	9 28 39	284		
Balatonboglár	17 39	46 47	108	9 25 47	287	10 48 36	132
Balatonfüred	17 54	46 58	110	9 26 13	286	10 48 49	105
Barcs	17 27	45 58	110	9 25 25	288		
Bátaszék	18 44	46 12	95	9 27 37	287	10 51 46	184
Battonya	21 02	46 18	104	9 31 38	287	10 55 00	85
Békéscsaba	21 05	46 41	90	9 31 41	286		
Bonyhád	18 32	46 18	140	9 27 16	287	10 51 03	170
Budapest	19 03	47 30	115	9 28 11	285		
Cegléd	19 48	47 10	105	9 29 26	286		
Celldömölk	17 09	47 15	155	9 24 59	286	10 47 20	94
Csongrád	20 08	46 43	83	9 30 01	286	10 53 18	64
Csorna	17 15	47 37	115	9 25 11	285	10 48 09	32
Debrecen	21 38	47 32	121	9 32 35	285		
Dombóvár	18 09	46 23	135	9 26 37	287	10 50 23	174
Dunaföldvár	18 55	46 48	115	9 27 56	286	10 50 47	94
Dunaújváros	18 57	46 58	116	9 29 59	286	10 50 53	74
Eger	20 23	47 54	180	9 30 27	284		
Érd	18 56	47 22	130	9 27 58	286		
Esztergom	18 45	47 47	115	9 27 42	285		
Fehérgyarmat	22 31	47 59	130	9 34 06	284		
Gödöllő	19 22	47 36	207	9 28 43	285		
Győr	17 39	47 41	118	9 25 52	285		
Gyula	21 17	46 39	92	9 32 02	286		
Hatvan	19 41	47 40	119	9 29 15	285		
Hódmezővásárhely	20 20	46 25	83	9 30 23	287	10 53 36	94
Írott-kő	16 26	47 21	882	9 23 48	286	10 45 59	102
Jászberény	19 55	47 30	100	9 29 39	285		
Kab-hegy	17 39	47 03	599	9 25 47	286	10 48 19	102
Kalocsa	19 00	46 32	97	9 28 04	287	10 51 07	121
Kaposvár	17 47	46 22	141	9 25 59	287		
Kapuvár	17 02	47 36	118	9 24 50	286	10 47 26	51
Karcag	20 55	47 19	87	9 31 21	285		
Kazincbarcika	20 40	48 04	150	9 30 57	284		
Kecskemét	19 42	46 55	122	9 29 16	286	10 52 36	50

A 8.11-i napfogyatkozás láthatósága – B

hely	maximum	U3	P3	U4	P4	mag.	tart.
	h m s	h m s	°	h m s	°		
Aggtelek	10 53 25			12 14 40	112	0.956	
Ajka	10 49 19	10 50 30	296	12 12 16	109	1.029	2 21
Badacsony	10 49 22	10 50 26	261	12 12 32	109	1.029	2 07
Baja	10 52 29	10 53 02	226	12 15 40	109	1.029	1 07
Balassagyarmat	10 51 41			12 13 33	111	0.975	
Balatonboglár	10 49 41	10 50 46	264	12 12 49	109	1.029	2 10
Balatonfüred	10 50 00	10 51 11	291	12 12 58	109	1.029	2 22
Barcs	10 49 53			12 13 33	107	0.985	
Bátaszék	10 52 03	10 52 20	212	12 15 17	108	1.029	0 34
Battonya	10 56 06	10 57 11	312	12 18 38	110	1.029	2 11
Békéscsaba	10 55 51			12 18 09	110	0.998	
Bonyhád	10 51 37	10 52 10	116	12 14 50	108	1.029	1 07
Budapest	10 51 39			12 13 59	110	0.991	
Cegléd	10 53 13			12 15 34	110	0.995	
Celldömök	10 48 29	10 49 38	301	12 11 26	109	1.029	2 18
Csongrád	10 54 09	10 55 00	332	12 16 42	110	1.029	1 42
Csorna	10 48 26	10 48 43	3	12 11 06	110	1.029	0 34
Debrecen	10 56 05			12 17 40	112	0.972	
Dombóvár	10 50 52	10 51 20	222	12 14 07	108	1.029	0 57
Dunaföldvár	10 51 56	10 53 05	302	12 14 45	109	1.029	2 18
Dunaújváros	10 51 52	10 52 51	322	12 14 34	110	1.029	1 58
Eger	10 53 39			12 15 21	111	0.972	
Érd	10 51 33			12 13 59	110	0.996	
Esztergom	10 50 56			12 13 08	110	0.986	
Fehérgyarmat	10 57 12			12 18 11	113	0.954	
Gödöllő	10 52 08			12 14 18	111	0.987	
Győr	10 49 05			12 11 38	110	0.996	
Gyula	10 56 14			12 18 29	110	0.998	
Hatvan	10 52 38			12 14 41	111	0.983	
Hódmezővásárhely	10 54 45	10 55 54	303	12 17 25	110	1.029	2 18
Írott-kő	10 47 10	10 48 20	293	12 10 11	109	1.029	2 21
Jászberény	10 53 09			12 15 15	111	0.985	
Kab-hegy	10 49 30	10 50 41	293	12 12 28	109	1.029	2 22
Kalocsa	10 52 17	10 53 26	276	12 15 14	109	1.029	2 19
Kaposvár	10 50 12			12 13 34	108	0.998	
Kapuvár	10 48 04	10 48 42	345	12 10 48	109	1.029	1 16
Karcag	10 55 02			12 16 58	111	0.983	
Kazincbarcika	10 53 52			12 15 15	112	0.961	
Kecskemét	10 53 14	10 53 52	346	12 15 46	110	1.029	1 16

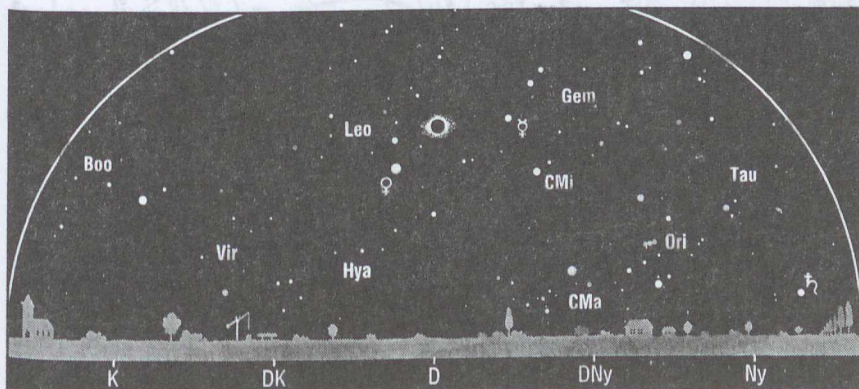
hely	λ °	φ °	h_t m	U1 h m s	P1 °	U2 h m s	P2 °
Keszthely	17 14	46 46	132	9 25 05	287	10 48 02	147
Kiskőrös	19 18	46 37	100	9 28 35	287	10 51 34	103
Kiskunfélegyháza	19 51	46 43	101	9 29 32	286	10 52 40	75
Kiskunhalas	19 29	46 26	132	9 28 55	287	10 52 03	117
Kisvárd	22 05	48 03	132	9 33 21	284		
Komárom	18 07	47 44	110	9 26 38	285		
Komló	18 16	46 12	250	9 26 49	288		
Körmend	16 37	47 01	191	9 24 04	287	10 46 38	134
Kőszeg	16 33	47 23	274	9 24 00	286	10 46 12	95
Kunszentmárton	20 17	46 50	90	9 30 17	286	10 54 08	27
Lenti	16 32	46 38	220	9 23 54	287		
Makó	20 29	46 13	85	9 30 40	287	10 54 00	111
Marcali	17 25	46 35	150	9 25 22	287	10 48 52	171
Mezőkövesd	20 34	47 49	117	9 30 46	284		
Miskolc	20 47	48 06	130	9 31 08	284		
Mohács	18 41	46 00	90	9 27 33	288		
Mór	18 13	47 23	197	9 26 46	286	10 50 05	28
Mosonmagyaróvár	17 16	47 52	122	9 25 15	285		
Nagyatád	17 21	46 14	120	9 25 15	288		
Nagykanizsa	17 00	46 28	168	9 24 40	287		
Nagykőrös	19 47	47 02	120	9 29 25	286		
Nagyvázsony	17 42	46 59	250	9 25 52	286	10 48 27	108
Nyírbátor	22 08	47 50	155	9 33 26	284		
Nyíregyháza	21 43	47 57	115	9 32 43	284		
Orosháza	20 41	46 34	91	9 30 59	286	10 54 24	64
Ózd	20 17	48 13	209	9 30 18	284		
Paks	18 52	46 38	103	9 27 51	287	10 50 47	114
Pannonhalma	17 45	47 33	150	9 26 01	285		
Pápa	17 28	47 20	154	9 25 31	286	10 48 00	75
Pécs	18 14	46 05	160	9 26 46	288		
Ráktanya	17 46	47 12	502	9 26 00	286	10 48 33	81
Sálgótarján	19 49	48 06	255	9 29 31	284		
Sárbogárd	18 38	46 53	110	9 27 27	286	10 50 13	93
Sárospatak	21 34	48 19	255	9 32 28	283		
Sárvár	16 56	47 15	155	9 24 37	286	10 46 56	100
Siklós	18 18	45 52	120	9 26 53	288		
Simontornya	18 33	46 45	130	9 27 18	287	10 50 08	110
Siófok	18 03	46 54	110	9 26 28	286	10 49 08	108
Somló	17 22	47 09	432	9 25 20	286	10 47 46	99

hely	maximum	U3	P3	U4	P4	mag.	tart.
	h m s	h m s	°	h m s	°		
Keszthely	10 48 57	10 49 52	248	12 12 11	108	1.029	1 50
Kiskőrös	10 52 45	10 53 56	293	12 15 35	109	1.029	2 22
Kiskunfélegyháza	10 53 39	10 54 38	322	12 16 16	110	1.029	1 58
Kiskunhalas	10 53 13	10 54 24	279	12 16 07	109	1.029	2 21
Kisvárd	10 56 16			12 17 14	113	0.951	
Komárom	10 49 52			12 12 16	110	0.992	
Komló	10 51 12			12 14 33	108	0.997	
Körmend	10 47 41	10 48 45	261	12 10 53	108	1.029	2 07
Kőszeg	10 47 21	10 48 30	300	12 10 19	109	1.029	2 18
Kunszentmárton	10 54 19	10 54 30	9	12 16 45	110	1.029	0 22
Lenti	10 47 46			12 11 14	108	0.997	
Makó	10 55 11	10 56 22	286	12 17 56	109	1.029	2 22
Marcali	10 49 24	10 49 56	224	12 12 42	108	1.029	1 04
Mezőkövesd	10 54 02			12 15 44	111	0.972	
Miskolc	10 54 10			12 15 37	112	0.963	
Mohács	10 52 06			12 15 28	108	0.995	
Mór	10 50 17	10 50 29	8	12 12 53	110	1.029	0 24
Mosonmagyaróvár	10 48 19			12 10 48	110	0.994	
Nagyatád	10 49 31			12 13 03	108	0.992	
Nagykanizsa	10 48 43			12 12 12	108	0.996	
Nagykőrös	10 53 17			12 15 44	110	0.999	
Nagyvázsony	10 49 38	10 50 49	287	12 12 38	109	1.029	2 22
Nyírbátor	10 56 41			12 17 54	112	0.961	
Nyíregyháza	10 55 53			12 17 08	112	0.961	
Orosháza	10 55 15	10 56 05	333	12 17 44	110	1.029	1 41
Ózd	10 53 14			12 14 44	112	0.964	
Paks	10 51 58	10 53 09	282	12 14 54	109	1.029	2 22
Pannonhalma	10 49 21			12 11 57	110	0.999	
Pápa	10 49 00	10 49 59	320	12 11 49	109	1.029	1 59
Pécs	10 51 14			12 14 39	108	0.994	
Ráktanya	10 49 36	10 50 40	314	12 12 26	109	1.029	2 07
Salgótarján	10 52 32			12 14 15	111	0.970	
Sárbogárd	10 51 22	10 52 31	303	12 14 12	109	1.029	2 18
Sárospatak	10 55 19			12 16 22	113	0.952	
Sárvár	10 48 06	10 49 17	295	12 11 05	109	1.029	2 21
Siklós	10 51 30			12 15 02	108	0.988	
Simontornya	10 51 19	10 52 30	286	12 14 15	109	1.029	2 22
Siófok	10 50 19	10 51 30	288	12 13 17	109	1.029	2 22
Somló	10 48 56	10 50 06	296	12 11 54	109	1.029	2 20

hely	λ °	φ °	h_t m	U1 h m s	P1 °	U2 h m s	P2 °
Sopron	16 35	47 41	212	9 24 06	285	10 46 31	55
Sümeg	17 17	46 59	353	9 25 10	286	10 47 44	119
Szeged	20 09	46 15	84	9 30 05	287	10 53 23	117
Székesfehérvár	18 25	47 12	111	9 27 06	286	10 49 58	60
Szekszárd	18 43	46 21	110	9 27 35	287	10 51 03	152
Szentendre	19 05	47 40	124	9 28 15	285		
Szentgotthárd	16 17	46 57	237	9 23 31	287	10 46 19	154
Szerencs	21 12	48 09	150	9 31 53	283		
Szigetvár	17 48	46 03	150	9 26 01	288		
Szolnok	20 11	47 11	89	9 30 06	286		
Szombathely	16 38	47 14	216	9 24 07	286	10 46 24	110
Tamási	18 17	46 38	150	9 26 51	287	10 49 49	131
Tapolca	17 26	46 53	126	9 25 25	287	10 48 06	127
Tatabánya	17 55	47 34	170	9 26 17	285		
Tihany	17 54	46 55	140	9 26 12	286	10 48 51	110
Tiszafüred	20 46	47 37	94	9 31 06	285		
Vác	19 09	47 47	116	9 28 22	285		
Várpalota	18 09	47 12	161	9 26 39	286	10 49 21	70
Veszprém	17 55	47 06	260	9 26 15	286	10 48 49	90
Záhony	22 11	48 24	120	9 33 31	283		
Zalaegerszeg	16 51	46 51	156	9 24 26	287	10 47 19	149
Zirc	17 53	47 16	397	9 26 12	286	10 48 50	70

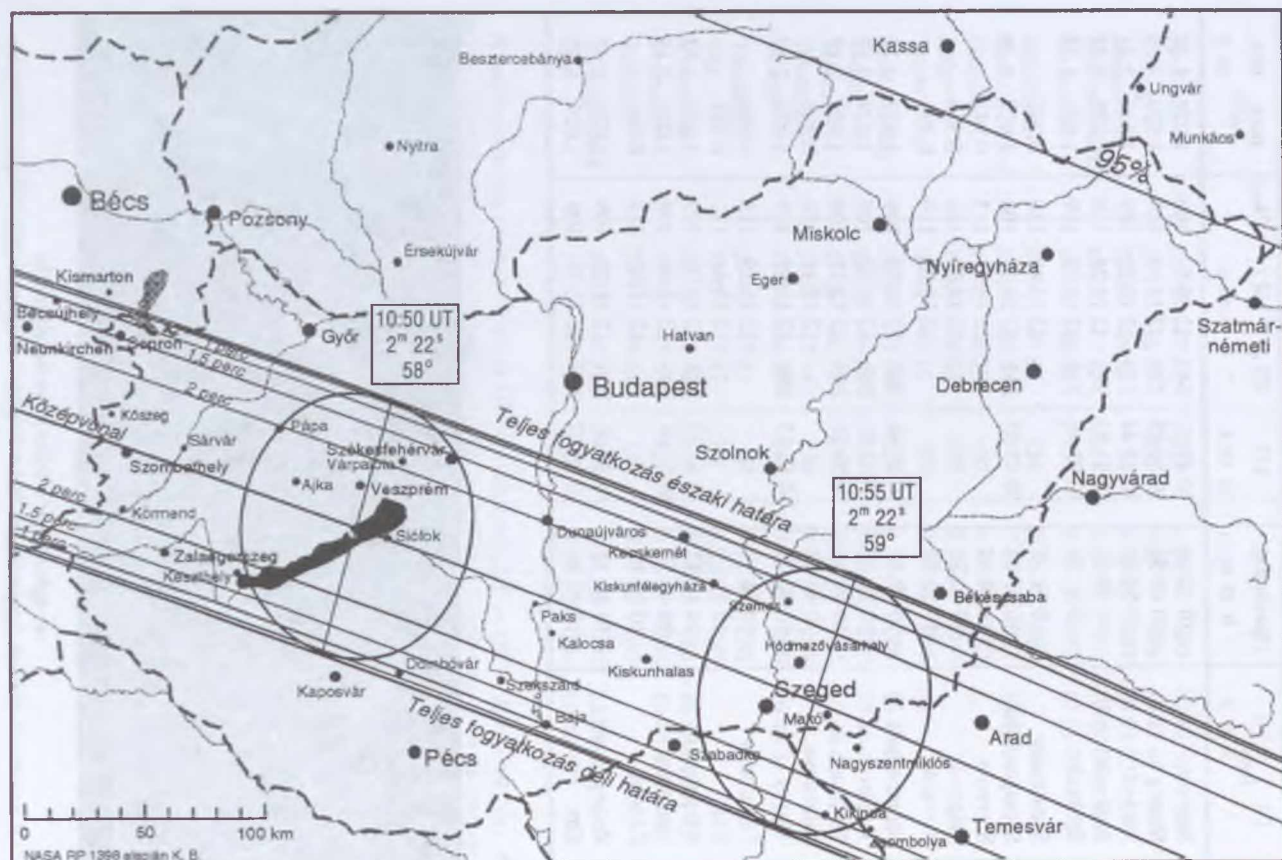
A napfogyatkozás minden időadata UT-ben szerepel ($\Delta T = UT - ET = 64.70s$). A helyek földrajzi adatai λ = földrajzi hosszúság, φ = földrajzi szélesség, h_t = tengerszint feletti magasság. Az umbrális kontaktusok: U1 a két korong első érintkezése, U2 a teljes fogyatkozás kezdete, U3 a teljes fogyatkozás vége, U4 a két korong utolsó külső érintkezése. P1–P4 az egyes kontaktusok pozíciósöge. Ahol nincs feltüntetve az U2 és az U3, ott csak részleges fogyatkozás figyelhető meg. A fogyatkozás maximális nagyságát a mag. adatoszlop mutatja. Ahol teljes fogyatkozás látható, ott annak időtartama is szerepel.

hely	maximum h m s	U3 h m s	P3 °	U4 h m s	P4 °	mag.	tart. m s
Sopron	10 47 14	10 47 57	340	12 09 59	109	1.029	1 26
Sümeg	10 48 54	10 50 03	276	12 11 59	109	1.029	2 19
Szeged	10 54 34	10 55 44	279	12 17 23	109	1.029	2 21
Székesfehérvár	10 50 46	10 51 33	335	12 13 26	110	1.029	1 35
Szekszárd	10 51 54	10 52 46	244	12 15 03	109	1.029	1 43
Szentendre	10 51 35			12 13 48	110	0.987	
Szentgotthárd	10 47 08	10 47 57	241	12 10 27	108	1.029	1 38
Szerencs	10 54 18			12 15 07	113	0.942	
Szigetvár	10 50 28			12 14 00	108	0.990	
Szolnok	10 53 52			12 16 06	110	0.992	
Szombathely	10 47 35	10 48 46	286	12 10 38	109	1.029	2 22
Tamási	10 50 55	10 52 01	265	12 14 00	109	1.029	2 12
Tapolca	10 49 14	10 50 21	269	12 12 21	109	1.029	2 15
Tatabánya	10 49 38			12 12 11	110	0.997	
Tihany	10 50 02	10 51 13	286	12 13 02	109	1.029	2 22
Tiszafüred	10 54 32			12 16 19	111	0.976	
Vác	10 51 37			12 13 44	111	0.983	
Várpalota	10 50 17	10 51 13	325	12 13 02	109	1.029	1 52
Veszprém	10 49 57	10 51 04	306	12 12 49	109	1.029	2 15
Záhony	10 56 17			12 17 05	113	0.946	
Zalaegerszeg	10 48 12	10 49 06	246	12 11 28	108	1.029	1 47
Zirc	10 49 46	10 50 42	325	12 12 32	109	1.029	1 52



Az égbolt képe a teljes fogyatkozás idején

A következő oldalon a fogyatkozás láthatóságának magyarországi térképe található



A Hold csillagfedései

dátum	UT h m s	ZC	név	m	J	fázis	h °	C °	P °	A m/o	B m/o
1.05.	3 02 20	1425	98696	6.9	ki	0.89–	50	65D	265	+1.7	–0.6
05.	3 38 18	1427	98704	6.8	ki	0.89–	46	24D	224	+2.8	+1.8
05.	22 15 21	1522	99098	6.8	ki	0.83–	29	85D	285	+0.8	+0.9
07.	1 36 28	1644	σ Leo	4.1	be	0.73–	45	–76D	126	+1.4	–0.6
07.	2 57 07	1644	σ Leo	4.1	ki	0.73–	49	84D	286	+1.7	–0.5
08.	3 41 12	1749	10 Vir	6.1	ki	0.64–	44	81É	302	+1.5	–1.0
11.	4 43 58	2072	139953	6.7	ki	0.35–	31	81É	299	+1.5	–0.2
19.	16 23 04	3177	44 Cap	6.0	be	0.04+	10	82É	64	+0.6	–0.7
21.	17 25 25	3463	146748	6.4	be	0.18+	22	48É	27	+0.4	+0.8
25.	17 14 52	0453	93275	7.3	be	0.60+	54	37É	19	+0.8	+2.9
25.	19 30 02	0462	93320	5.9	be	0.61+	47	80É	63	+1.3	+0.1
26.	19 08 18	0608	93775	6.0	be	0.72+	57	88D	79	+1.6	+0.1
26.	23 23 55	0626	48 Tau	6.4	be	0.73+	23	56D	111	+0.3	–2.0
27.	1 04 39	0635	γ Tau	3.9	be	0.74+	7	80D	87	–0.1	–1.2
28.	22 48 38	0943	95397	6.2	be	0.91+	49	19D	156	+0.6	–4.9
28.	23 26 07	0947	71 Ori	5.2	be	0.91+	44	34É	29	+1.8	+2.3
30.	21 49 51	1236	ζ^1 Cnc	5.1	be	0.99+	60	83É	81	+1.7	+0.6
30.	23 08 42	1241	97669	6.4	be	0.99+	59	51É	49	+2.2	+1.8
2.01.	19 53 06	1466	ν Leo	5.2	ki	0.98–	29	90D	290	+0.8	+0.8
03.	5 24 45	1609	χ Leo	4.7	ki	0.93–	21	64É	317	+0.3	–2.2
08.	2 00 32	2128	ω^1 Lib	5.8	ki	0.53–	22	71D	267	+1.5	+1.3
09.	3 12 35	2245	159461	6.4	ki	0.44–	22	89D	282	+1.5	+0.7
21.	21 17 44	0444	93232	6.2	be	0.35+	12	30D	136	–0.2	–3.5
23.	18 35 24	0729	94158	7.2	be	0.57+	56	55É	48	+1.5	+1.2
23.	22 03 47	0741	94227	5.7	be	0.59+	27	72D	101	+0.4	–1.7
24.	19 21 43	0886	94920	7.0	be	0.69+	58	64D	114	+1.6	–1.5
25.	17 15 46	1038	96089	6.8	be	0.78+	53	42D	139	+1.8	–1.6
26.	18 00 50	1175	81 Gem	5.0	be	0.87+	51	34É	41	+1.2	+3.5
28.	2 15 17	1337	σ^2 Cnc	5.6	be	0.95+	21	72É	84	+0.4	–1.3
28.	2 19 53	1336	σ^1 Cnc	5.2	be	0.95+	20	45D	148	–0.2	–2.4
3.02.	19 55 06	1644	σ Leo	4.1	ki	1.00–	29	47D	235	+1.2	+3.6
03.	20 14 58	1749	10 Vir	6.1	ki	0.97–	22	51D	246	+1.0	+2.7
05.	23 57 57	1978	139559	6.6	ki	0.87–	31	64D	260	+2.0	+1.3
10.	1 48 05	2448	29 Oph	6.4	ki	0.52–	14	43D	228	+2.2	+3.1
12.	3 37 03	2729	187294	6.9	ki	0.33–	14	63É	293	+1.1	+0.7
12.	4 45 22	2734	29 Sgr	5.4	ki	0.32–	19	69É	287	+1.6	+0.4
21.	16 06 19	0508	5 Tau	4.3	be	0.20+	49	20D	150	+2.5	–8.9
21.	20 13 35	0526	93532	6.9	be	0.21+	12	37É	27	+0.5	+0.8
22.	10 21 13	0635	γ Tau	3.9	be	0.28+	24	79É	72	+0.3	+1.6
22.	15 22 23	0669	ϑ^1 Tau	4.0	ki	0.30+	58	8D	165	+9.9	+9.9
22.	17 48 40	0685	94004	6.5	be	0.31+	46	53D	121	+1.2	–2.4
22.	18 53 48	0692	α Tau	1.1	be	0.31+	37	77D	97	+0.8	–1.5
22.	19 56 17	0692	α Tau	1.1	ki	0.32+	26	–76D	250	+0.6	–0.8

dátum	UT h m s	ZC	név	m	J	fázis	h °	C °	P °	A m/°	B m/°
3.23.	17 12 47	0832	119 Tau	4.7	be	0.42+	59	49É	47	+1.6	+1.4
23.	17 49 39	0836	120 Tau	5.5	be	0.42+	55	69É	67	+1.5	+0.2
24.	19 09 08	1006	95852	6.9	be	0.54+	53	7É	10	+9.9	+9.9
27.	20 27 51	1396	98574	7.1	be	0.84+	56	84É	102	+1.7	-0.7
28.	14 23 33	1487	α Leo	1.3	be	0.90+	8	36É	56	-0.2	+2.6
28.	15 05 01	1487	α Leo	1.3	ki	0.90+	15	-53É	328	+0.5	-0.5
29.	0 09 38	1522	99098	6.8	be	0.91+	33	42É	64	+1.4	-0.6
29.	18 32 47	1609	χ Leo	4.7	be	0.96+	36	36D	170	+0.7	-2.9
4.08.	1 10 41	2666	21 Sgr	5.0	ki	0.60-	12	89D	266	+1.3	+1.4
20.	17 32 29	0947	71 Ori	5.2	be	0.27+	49	70D	113	+1.1	-1.8
22.	17 55 51	1241	97669	6.4	be	0.49+	58	69D	124	+1.4	-1.7
23.	19 56 29	1371	π^1 Cnc	6.4	be	0.61+	48	34D	163	+0.3	-3.6
23.	21 16 35	1375	π^2 Cnc	5.6	be	0.61+	37	82D	115	+0.7	-1.9
24.	22 00 58	1487	α Leo	1.3	be	0.71+	36	21É	41	+2.6	+1.4
24.	22 23 21	1487	α Leo	1.3	ki	0.72+	32	-17É	4	-0.9	-4.8
29.	1 20 31	1921	65 Vir	5.9	be	0.98+	19	88É	121	+0.8	-2.0
5.01.	21 07 16	2223	γ Lib	4.0	ki	0.98-	19	56É	301	+1.0	+0.3
08.	2 13 04	3038	163895	6.7	ki	0.56-	18	50D	214	+1.5	+2.2
17.	8 40 34	0832	119 Tau	4.7	be	0.06+	34	82É	88	+0.7	+1.3
18.	19 49 24	1060	96335	7.4	be	0.15+	15	75D	114	-0.1	-1.7
19.	20 30 01	1203	97468	7.1	be	0.25+	18	79É	92	+0.1	-1.4
21.	19 54 28	1449	23 Leo	6.7	be	0.46+	37	77D	122	+0.7	-2.0
26.	18 50 23	1978	139559	6.6	be	0.89+	33	68D	138	+1.1	-0.7
6.04.	23 25 05	3126	ι Cap	4.3	ki	0.72-	8	21D	183	+1.8	+5.5
25.	22 24 00	2291	49 Lib	5.5	be	0.92+	21	71D	127	+1.5	-1.6
7.01.	22 55 53	3086	164156	6.0	ki	0.91-	18	79É	265	+1.4	+1.1
08.	4 07 54	0364	ω^2 Cet	4.3	ki	0.31-	43	76É	263	+1.4	+1.1
09.	6 57 14	0508	5 Tau	4.3	ki	0.20-	55	39D	201	+0.8	+2.8
10.	1 55 28	0635	γ Tau	3.9	ki	0.13-	12	79D	243	-0.1	+1.6
11.	6 32 27	0832	119 Tau	4.7	ki	0.05-	48	70D	238	+0.9	+1.9
21.	19 30 47	2128	ω^1 Lib	5.8	be	0.64+	26	67É	85	+1.8	-0.9
25.	21 29 36	2633	μ Sgr	4.0	be	0.93+	21	42D	141	+1.9	-1.6
25.	22 19 13	2638	15 Sgr	5.4	be	0.94+	19	52É	55	+1.5	-0.0
26.	23 36 46	2797	π Sgr	3.0	be	0.98+	16	60D	118	+1.8	-1.6
8.04.	23 52 15	0444	93232	6.2	ki	0.47-	18	59É	284	+0.5	+1.2
07.	0 16 37	0741	94227	5.7	ki	0.24-	9	51D	221	-0.4	+1.9
09.	1 50 49	1076	96426	7.7	ki	0.07-	6	46D	227	-0.5	+1.9
22.	19 43 09	2720	187234	6.4	be	0.83+	22	82É	79	+1.9	+0.1
25.	18 15 44	3126	ι Cap	4.3	be	0.98+	10	65D	92	+0.9	+1.3
30.	2 31 06	0150	26 Cet	6.2	ki	0.89-	41	42É	302	+2.5	-2.7
9.02.	21 28 57	0692	α Tau	1.1	ki	0.50-	2	83É	269	-0.3	+1.2
04.	0 37 56	0863	94793	6.7	ki	0.37-	24	71É	286	+0.5	+1.0
04.	1 15 44	0871	94830	6.9	ki	0.37-	30	13D	191	-0.7	+4.4

dátum	UT h m s	ZC	név	m	J	fázis	h °	C °	P °	A m/°	B m/°
9.08.	3 18 41	1434	ψ Leo	5.6	ki	0.03—	10	59D	260	−0.1	+1.6
14.	18 25 01	2158	159027	7.3	be	0.22+	8	66É	80	+0.7	−1.3
21.	22 20 29	3086	164156	6.0	be	0.86+	17	79D	83	+1.3	−0.9
27.	22 19 26	0364	ω^2 Cet	4.3	ki	0.92—	40	75D	245	+1.0	+1.6
28.	21 47 37	0491	93416	6.2	ki	0.84—	31	77D	248	+0.6	+1.7
28.	23 07 26	0498	93439	6.2	ki	0.84—	43	34D	205	+0.4	+2.7
29.	20 14 21	0635	γ Tau	3.9	ki	0.75—	9	20D	194	−0.6	+2.7
30.	0 26 21	0667	75 Tau	5.3	ki	0.74—	49	43D	217	+0.7	+2.4
10.03.	0 44 23	1135	96945	6.8	ki	0.40—	27	61É	307	+0.8	+0.3
04.	2 21 00	1275	ϑ Cnc	5.6	ki	0.29—	32	41É	332	+1.2	−1.4
16.	16 12 07	2746	33 Sgr	5.8	be	0.41+	21	89D	85	+1.9	−0.0
16.	18 54 22	2759	ω^2 Sgr	3.6	be	0.42+	11	46É	40	+0.6	+0.0
21.	17 24 25	3419	ψ^1 Aqr	4.5	be	0.87+	24	54D	98	+1.4	+1.0
27.	23 33 45	0764	104 Tau	5.0	ki	0.86—	53	38É	322	+2.5	−2.5
28.	20 49 13	0913	64 Ori	5.2	ki	0.78—	19	87É	276	+0.2	+1.2
29.	0 36 40	0940	68 Ori	5.7	ki	0.77—	54	45D	228	+1.1	+2.3
11.10.	16 14 33	2436	160180	6.1	be	0.06+	5	69D	111	+1.0	−1.9
11.	16 32 22	2556	185760	7.1	be	0.11+	8	62É	60	+0.8	−0.7
12.	16 25 48	2704	187071	5.8	be	0.17+	13	48É	43	+0.9	+0.0
13.	17 27 14	2851	188219	6.0	be	0.25+	12	55D	116	+1.7	−1.9
15.	19 01 15	3105	164249	6.2	be	0.44+	16	55É	38	+0.6	+0.3
16.	20 05 02	3240	164868	6.6	be	0.54+	17	25D	134	+2.7	−4.5
21.	17 33 34	0364	ω^2 Cet	4.3	be	0.96+	30	77D	70	+0.7	+1.6
22.	2 36 18	0405	μ Cet	4.4	be	0.97+	16	57D	89	+0.3	−1.3
25.	3 58 05	0888	94942	6.0	ki	0.95—	39	89D	276	+0.8	−1.4
25.	5 02 35	0895	57 Ori	5.9	ki	0.95—	28	65D	252	+0.6	−0.9
28.	0 00 44	1327	98196	6.8	ki	0.71—	41	51D	247	+0.9	+2.1
28.	1 06 40	1331	98230	5.9	ki	0.70—	50	38D	234	+1.4	+2.8
28.	2 06 45	1335	98245	6.3	ki	0.70—	57	39D	235	+1.8	+2.4
28.	4 51 43	1345	98302	7.1	ki	0.69—	54	83É	293	+1.3	−1.4
12.01.	1 52 02	1684	118946	7.0	ki	0.38—	26	86D	290	+0.8	+0.8
06.	4 37 30	2223	γ Lib	4.0	ki	0.03—	2	74É	312	+0.1	+0.2
13.	16 14 59	3190	δ Cap	3.0	be	0.27+	25	48D	114	+2.3	−1.5
13.	17 09 10	3190	δ Cap	3.0	ki	0.27+	21	−38D	200	+0.4	+1.2
19.	18 51 54	0444	93232	6.2	be	0.87+	51	8D	149	+9.9	+9.9
20.	0 09 10	0462	93320	5.9	be	0.89+	28	39D	119	+0.6	−2.6
21.	20 37 30	0764	104 Tau	5.0	be	0.99+	57	89É	65	+1.3	+1.3
23.	5 02 14	0995	ν Gem	4.1	ki	1.00—	16	61D	270	+0.0	−1.2
23.	23 10 59	1113	56 Gem	5.2	ki	0.98—	61	68É	306	+1.6	−1.1
24.	1 48 37	1127	61 Gem	5.9	ki	0.97—	55	84É	290	+1.2	−1.4

A jelölések magyarázata a következő oldalon található.

Útmutató A Hold csillagfedései című táblázathoz

Az előrejelzések 10 cm-es távcsóátmérőre készültek.

UT = A jelenség előrejelzett időpontja UT-ben

ZC = a csillag Zodiacal Catalog szerinti száma

név = ha csak szám áll, az a csillag SAO katalógusszáma

m = a csillag fényessége

J = jelenség: be = belépés ki = kilépés

a fázis – jel esetén csökkenő, + jel esetén növekvő

h = a Hold látóhatár feletti magassága

C = a jelenség pozíciósöge a Hold terminátorának északi (É),
illetve déli (D) csúcsától, negatív értéknél a világos,
pozitívnál a sötét oldalon

P = a jelenség pozíciósöge

A = hosszúsági együttható

B = szélességi együttható

E két szám segítségével a (λ, φ) földrajzi koordinátájú megfigyelőhelyen a táblázatban előrejelzett t_0 időpont helyett az alábbi t időpontban várható a jelenség:

$$t = t_0 + (\lambda - 19^\circ 0')A + (\varphi - 47^\circ 5')B$$

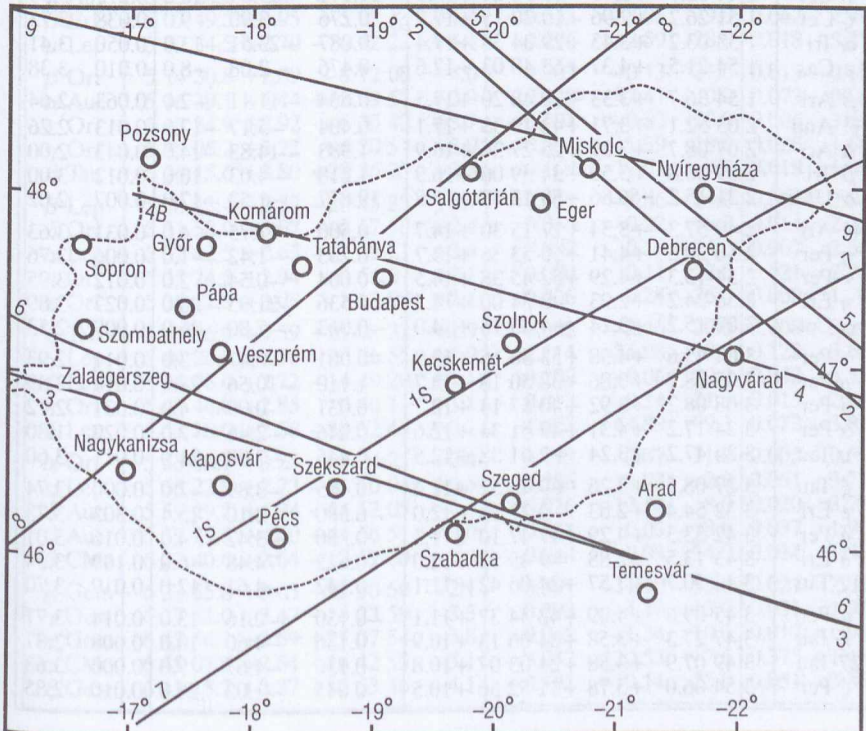
A Hold érintőleges csillagfedései

A táblázat és az ábra az 1999-ben Magyarország területéről látható érintőleges fedések adatait tartalmazza. Az elfedett csillagok között szabad szemmel láthatók is vannak. A dátumot és a fedés (érintés) időpontját (amely a térképen szereplő láthatósági határvonal legnyugatibb pontjára vonatkozik) követik a csillag adatai: Zodiacal Catalog száma, fényessége, kettőscsillagok esetében a komponensek fényessége, szögtávolsága és pozíciósöge. A p. jelzésű oszlop azt adja meg, hogy a fedés a Holdnak az északi vagy a déli peremén történik. Szerepel még a Hold fázisa, a csillag neve (az 5 illetve 6 jegyű szám a csillag SAO katalógusszáma), a fedés határvonalának azonosító száma (No.) a térképen.

Értékes megfigyeléseket a fedés határvonalának kb. 1–3 km-es körzetében lehet végezni, de a környező területekről is érdekes látványt nyújt, amint a Hold északi vagy déli pereme érinti a csillagot. A holdi hegyek és völgyek okozta fedések csak nagyon szűk sávból láthatók. Pontos földrajzi koordinátákat és előre jelzett holdprofilot az MCSE címen, a Meteor *Csillagfedések* rovatának vezetőjétől igényelhetnek az észlelők.

A térképen az „S” a szürkület miatti, az „A” pedig a horizont közelsége miatti láthatósági határt jelöli.

dátum	UT h m	ZC	m	m ₁	m ₂	d "	P °	Hold p. fázis	név	No.
1.19.	15 50.0		7.1	7.1	11.4	17.5	104	D 0.04+	164579	1
2.08.	4 06.0	2135	7.1	7.1	7.8v			D 0.53–	FY Lib	2
3.23.	19 31.7		7.4	7.7	8.7	0.8	96	É 0.42+	94678	3
3.24.	19 10.6	1006	6.9	7.7	7.7	0.1	0	É 0.54+	22 Gem	4
4.24.	22 10.2	1487	1.3					É 0.71+	α Leo	5
6.04.	23 14.6	3126	4.3					D 0.71–	ι Cap	6
11.16.	20 17.8	3240	6.6					D 0.54+	164868	7
11.18.	19 31.4	3506	6.3	7.1	7.1	0.1	90	D 0.74+	376B Aqr	8
12.03.	2 48.4		6.4	6.4	7.9v			É 0.19–	SW Wir	9



$m < 4^m0$

Csillagkatalógus J1999.5-re

 $\delta > -30^\circ$

csillag	RA h m s	ΔRA s/év	D ° ' "	ΔD "/év	μ_{RA} s	μ_D "	v_{rad} km/s	π "	m
α And	0 08 21.7	+3.11	+29 05 16	+19.9	1.039	-16.33	-12.0	0.024	2.06
β Cas	0 09 09.1	+3.23	+59 08 49	+19.8	6.827	-18.09	11.0	0.072	2.27
γ Peg	0 13 12.6	+3.10	+15 10 51	+20.0	0.019	-1.20	4.0	0.000	2.83
ι Cet	0 19 24.1	+3.06	-8 49 36	+19.9	-0.093	-3.61	19.0	0.010	3.56
ζ Cas	0 36 56.6	+3.37	+53 53 39	+19.8	0.219	-0.91	2.0	0.004	3.66
δ And	0 39 18.1	+3.22	+30 51 30	+19.7	1.060	-9.15	-7.0	0.024	3.27
α Cas	0 40 28.7	+3.44	+56 32 05	+19.7	0.636	-3.19	-4.0	0.016	2.23
β Cet	0 43 33.9	+3.01	-17 59 22	+19.7	1.637	3.25	13.0	0.057	2.04
γ Cas	0 56 40.7	+3.66	+60 42 50	+19.4	0.355	-0.53	-7.0	0.034	2.47
μ And	0 56 43.5	+3.35	+38 29 48	+19.5	1.297	3.27	8.0	0.032	3.87
η Cet	1 08 33.9	+3.02	-10 11 06	+19.0	1.474	-13.83	12.0	0.032	3.45
β And	1 09 42.2	+3.38	+35 37 04	+19.0	1.457	-11.35	3.0	0.043	2.06
ϑ Cet	1 23 59.9	+3.00	-8 11 10	+18.5	-0.532	-21.85	17.0	0.034	3.60
δ Cas	1 25 47.0	+3.97	+60 13 58	+18.6	3.993	-5.11	7.0	0.029	2.68
η Psc	1 31 27.4	+3.22	+15 20 36	+18.5	0.193	-0.55	15.0	0.015	3.62
51 And	1 37 57.7	+3.71	+48 37 32	+18.1	0.652	-11.33	16.0	0.021	3.57
τ Cet	1 44 02.7	+2.79	-15 56 24	+18.9	-11.911	85.64	-16.2	0.275	3.50
ζ Cet	1 51 26.2	+2.96	-10 20 15	+17.7	0.276	-3.90	9.0	0.038	3.73
α Tri	1 53 03.2	+3.43	+29 34 35	+17.4	0.087	-23.51	-13.0	0.050	3.41
ε Cas	1 54 21.5	+4.37	+63 40 03	+17.6	0.476	-2.08	-8.0	0.010	3.38
β Ari	1 54 36.7	+3.33	+20 48 20	+17.5	0.684	-11.11	-2.0	0.063	2.64
γ^1 And	2 03 52.1	+3.71	+42 19 38	+17.1	0.404	-5.17	-12.0	0.013	2.26
α Ari	2 07 08.7	+3.39	+23 27 36	+16.9	1.383	-14.83	-14.0	0.043	2.00
β Tri	2 09 30.8	+3.59	+34 59 06	+16.9	1.218	-4.03	10.0	0.012	3.00
α UMi	2 31 15.2	+66.86	+89 15 43	+15.8	19.877	-1.52	-17.0	0.007	2.02
41 Ari	2 49 57.3	+3.54	+27 15 30	+14.7	0.500	-11.75	4.0	0.031	3.63
η Per	2 50 39.6	+4.41	+55 53 36	+14.7	0.203	-1.42	-1.0	0.006	3.76
τ Per	2 54 13.3	+4.29	+52 45 38	+14.5	-0.004	-0.54	2.0	0.012	3.95
η Eri	2 56 24.2	+2.93	-8 54 00	+14.2	0.536	-21.95	-20.0	0.027	3.89
α Cet	3 02 15.2	+3.14	+4 05 16	+14.0	-0.063	-7.80	-26.0	0.009	2.53
γ Per	3 04 45.6	+4.38	+53 30 16	+13.9	-0.001	-0.47	3.0	0.011	2.93
ϱ Per	3 05 08.7	+3.86	+38 50 18	+13.7	1.110	-10.56	28.0	0.011	3.39
β Per	3 08 08.2	+3.92	+40 57 14	+13.7	0.031	-0.09	4.0	0.031	2.12
α Per	3 24 17.2	+4.31	+49 51 34	+12.6	0.246	-2.46	-2.0	0.029	1.80
σ Tau	3 24 47.2	+3.24	+9 01 38	+12.5	-0.445	-7.80	-21.0	0.011	3.60
ξ Tau	3 27 08.5	+3.26	+9 43 52	+12.4	0.405	-3.89	-2.0	0.000	3.74
ε Eri	3 32 54.4	+2.83	-9 27 36	+12.0	-6.580	2.10	15.4	0.303	3.73
δ Per	3 42 53.3	+4.29	+47 47 10	+11.3	0.280	-3.42	4.0	0.016	3.01
δ Eri	3 43 13.5	+2.88	-9 45 54	+12.0	-0.622	74.48	-6.0	0.109	3.54
17 Tau	3 44 50.7	+3.57	+24 06 42	+11.1	0.142	-4.61	12.0	0.019	3.70
ν Per	3 45 09.6	+4.09	+42 34 37	+11.1	-0.130	-0.16	-13.0	0.014	3.77
η Tau	3 47 27.3	+3.58	+24 06 13	+10.9	0.136	-4.60	10.0	0.008	2.87
27 Tau	3 49 07.9	+3.58	+24 03 07	+10.8	0.130	-4.67	9.0	0.000	3.63
ζ Per	3 54 06.0	+3.78	+31 52 56	+10.5	0.045	-1.02	20.0	0.010	2.85

csillag	RA h m s	ΔRA s/év	D ° ' "	ΔD "/év	μ_{RA} s	μ_D "	v_{rad} km/s	π "	m
ϵ Per	3 57 49.2	+4.04	+40 00 32	+10.2	0.156	-2.58	1.0	0.009	2.89
γ Eri	3 58 00.4	+2.80	-13 30 36	+10.1	0.420	-11.14	62.0	0.010	2.95
λ Tau	4 00 39.2	+3.33	+12 29 20	+10.0	-0.043	-1.24	18.0	0.002	3.47
ν Tau	4 03 07.8	+3.20	+5 59 17	+9.8	0.035	-0.32	-6.0	0.022	3.91
γ Tau	4 19 45.9	+3.42	+15 37 35	+8.5	0.799	-2.50	39.0	0.028	3.63
δ^1 Tau	4 22 54.4	+3.47	+17 32 29	+8.2	0.747	-2.96	39.0	0.016	3.76
ϵ Tau	4 28 35.2	+3.51	+19 10 46	+7.7	0.756	-3.77	39.0	0.018	3.54
α Tau	4 35 53.5	+3.45	+16 30 30	+7.0	0.439	-18.97	54.0	0.048	0.85
ν Eri	4 36 17.6	+3.00	-3 21 12	+7.2	0.013	-0.52	15.0	0.000	3.93
53 Eri	4 38 09.4	+2.75	-14 18 18	+6.9	-0.519	-15.56	42.0	0.036	3.87
π^3 Ori	4 49 48.8	+3.26	+6 57 38	+6.1	3.130	1.15	24.0	0.125	3.19
π^4 Ori	4 51 10.8	+3.20	+5 36 15	+5.9	-0.009	0.06	23.0	0.001	3.69
π^5 Ori	4 54 13.5	+3.13	+2 26 24	+5.7	0.002	-0.03	23.0	0.003	3.72
ι Aur	4 56 57.7	+3.92	+33 09 55	+5.4	0.027	-1.79	18.0	0.015	2.69
ϵ Aur	5 01 56.0	+4.32	+43 49 21	+5.0	-0.006	-0.38	-3.0	0.007	2.99
ζ Aur	5 02 26.6	+4.20	+41 04 30	+5.0	0.076	-2.20	13.0	0.005	3.75
ϵ Lep	5 05 26.4	+2.54	-22 22 18	+4.7	0.180	-7.38	1.0	0.011	3.19
η Aur	5 06 28.8	+4.22	+41 14 02	+4.6	0.259	-6.78	7.0	0.013	3.17
β Eri	5 07 49.5	+2.95	-5 05 13	+4.4	-0.633	-8.08	-9.0	0.042	2.79
μ Lep	5 12 54.5	+2.70	-16 12 22	+4.1	0.296	-2.59	28.0	0.018	3.31
β Ori	5 14 30.8	+2.89	-8 12 08	+4.0	0.003	-0.13	21.0	0.013	0.12
α Aur	5 16 39.1	+4.44	+45 59 51	+3.3	0.728	-42.47	30.0	0.073	0.08
τ Ori	5 17 34.9	+2.92	-6 50 42	+3.7	-0.101	-0.82	20.0	0.006	3.60
γ Ori	5 25 06.2	+3.22	+6 20 57	+3.0	-0.059	-1.39	18.0	0.026	1.64
β Tau	5 26 15.6	+3.80	+28 36 25	+2.8	0.169	-17.51	9.0	0.018	1.65
β Lep	5 28 13.4	+2.57	-20 45 35	+2.7	-0.031	-8.86	-14.0	0.014	2.84
δ Ori	5 31 58.9	+3.07	-0 17 58	+2.4	0.010	-0.22	16.0	0.014	2.23
α Lep	5 32 42.5	+2.65	-17 49 21	+2.4	0.007	0.19	24.0	0.007	2.58
ι Ori	5 35 24.5	+2.94	-5 54 37	+2.1	0.000	0.11	22.0	0.021	2.76
ϵ Ori	5 36 11.3	+3.05	-1 12 08	+2.1	0.006	-0.24	26.0	0.000	1.70
ζ Tau	5 37 36.9	+3.59	+21 08 32	+1.9	0.002	-2.10	20.0	0.008	3.00
γ Lep	5 44 26.5	+2.50	-22 26 55	+1.0	-2.114	-36.98	-10.0	0.122	3.60
ζ Lep	5 46 56.0	+2.72	-14 49 20	+1.1	-0.109	-0.06	20.0	0.042	3.55
κ Ori	5 47 44.0	+2.85	-9 40 11	+1.1	0.013	-0.24	21.0	0.015	2.06
δ Lep	5 51 18.0	+2.58	-20 52 45	+0.1	1.623	-64.89	99.3	0.022	3.81
α Ori	5 55 08.7	+3.25	+7 24 25	+0.4	0.173	0.87	21.0	0.005	0.50
η Lep	5 56 22.9	+2.73	-14 10 04	+0.5	-0.286	13.93	-2.0	0.061	3.71
δ Aur	5 59 29.2	+4.94	+54 17 05	-0.1	0.926	-12.54	8.0	0.020	3.72
β Aur	5 59 29.5	+4.40	+44 56 51	+0.0	-0.541	0.03	-18.0	0.037	1.90
β CMa	6 22 40.6	+2.64	-17 57 20	-2.0	-0.044	0.03	34.0	0.014	1.98
μ Gem	6 22 55.8	+3.63	+22 30 50	-2.1	0.391	-11.10	55.0	0.021	2.88
γ Gem	6 37 41.0	+3.47	+16 23 59	-3.3	0.293	-4.16	-13.0	0.031	1.93
ϵ Gem	6 43 54.1	+3.69	+25 07 54	-3.8	-0.041	-1.34	10.0	0.017	2.98
α CMa	6 45 07.5	+2.64	-16 42 55	-5.1	-3.847	-120.53	-7.6	0.375	-1.46
ξ Gem	6 45 15.7	+3.37	+12 53 46	-4.1	-0.791	-19.14	25.0	0.051	3.36

csillag	RA h m s	ΔRA s/év	D ° ' "	ΔD "/év	μ_{RA} s	μ_D "	v_{rad} km/s	π "	m
ϑ Gem	6 52 45.4	+3.95	+33 57 43	-4.6	-0.017	-4.81	21.0	0.021	3.60
ε CMa	6 58 36.4	+2.36	-28 58 17	-5.1	0.031	0.28	27.0	0.000	1.50
σ CMa	7 01 42.0	+2.39	-27 56 03	-5.3	-0.038	0.49	22.0	0.017	3.46
α^2 CMa	7 03 00.2	+2.51	-23 49 57	-5.4	-0.031	0.32	48.0	0.000	3.03
ζ Gem	7 04 04.7	+3.56	+20 34 16	-5.5	-0.065	-0.05	7.0	0.000	3.79
δ CMa	7 08 22.3	+2.44	-26 23 33	-5.9	-0.024	0.44	34.0	0.000	1.86
λ Gem	7 18 03.8	+3.45	+16 32 29	-6.7	-0.331	-3.66	-9.0	0.041	3.58
δ Gem	7 20 05.6	+3.58	+21 59 00	-6.9	-0.188	-1.23	4.0	0.059	3.53
η CMa	7 24 04.5	+2.37	-29 18 08	-7.2	-0.031	0.53	41.0	0.000	2.44
ι Gem	7 25 41.7	+3.72	+27 47 57	-7.4	-0.926	-8.61	8.0	0.031	3.79
β CMi	7 27 07.4	+3.25	+8 17 25	-7.5	-0.350	-3.83	22.0	0.020	2.90
α Gem	7 34 34.1	+3.82	+31 53 23	-8.1	-1.347	-9.87	-1.0	0.072	1.58
α CMi	7 39 16.5	+3.14	+5 13 35	-9.4	-4.755	-102.29	-3.0	0.288	0.38
α Mon	7 41 13.4	+2.87	-9 33 00	-8.6	-0.493	-1.92	11.0	0.019	3.93
κ Gem	7 44 25.0	+3.62	+24 23 57	-8.9	-0.244	-5.23	21.0	0.025	3.57
β Gem	7 45 17.1	+3.67	+28 01 39	-8.9	-4.740	-4.59	3.0	0.093	1.14
ξ Pup	7 49 16.4	+2.52	-24 51 31	-9.2	-0.022	-0.18	3.0	0.003	3.34
ϱ Pup	8 07 31.4	+2.56	-24 18 10	-10.5	-0.606	4.92	46.0	0.031	2.81
β Cnc	8 16 29.3	+3.25	+9 11 14	-11.3	-0.298	-4.89	22.0	0.014	3.52
(Hya)	8 25 38.1	+3.00	-3 54 17	-11.9	-0.444	-2.29	10.0	0.019	3.90
α UMa	8 30 13.4	+4.95	+60 43 12	-12.3	-1.818	-10.73	20.0	0.009	3.36
δ Cnc	8 44 39.4	+3.40	+18 09 22	-13.4	-0.126	-22.81	17.0	0.025	3.94
ζ Hya	8 55 22.0	+3.17	+5 56 51	-13.9	-0.665	1.44	23.0	0.029	3.11
ι UMa	8 59 10.4	+4.09	+48 02 37	-14.3	-4.428	-22.64	9.0	0.066	3.14
κ UMa	9 03 35.5	+4.07	+47 09 31	-14.4	-0.323	-5.41	4.0	0.010	3.60
ϑ Hya	9 14 20.3	+3.12	+2 18 59	-15.3	0.862	-31.00	-10.0	0.019	3.88
α Lyn	9 21 01.5	+3.64	+34 23 41	-15.4	-1.789	1.87	38.0	0.021	3.13
α Hya	9 27 33.8	+2.95	-8 39 23	-15.7	-0.093	3.28	-4.0	0.017	1.98
23 UMa	9 31 29.4	+4.68	+63 03 51	-16.0	1.604	2.77	-10.0	0.034	3.67
ϑ UMa	9 32 49.4	+3.99	+51 40 47	-16.6	-10.253	-53.14	15.0	0.052	3.17
ι Hya	9 39 49.8	+3.06	-1 08 26	-16.5	0.324	-6.43	23.0	0.020	3.91
α Leo	9 41 07.4	+3.20	+9 53 41	-16.5	-0.961	-3.67	27.0	0.028	3.52
ε Leo	9 45 49.4	+3.40	+23 46 36	-16.7	-0.337	-1.10	4.0	0.010	2.98
ν UMa	9 50 57.3	+4.23	+59 02 28	-17.1	-3.797	-15.12	27.0	0.036	3.80
μ Leo	9 52 44.1	+3.40	+26 00 33	-17.1	-1.602	-5.59	14.0	0.022	3.88
η Leo	10 07 18.3	+3.26	+16 45 54	-17.7	-0.011	-0.04	3.0	0.003	3.52
α Leo	10 08 20.7	+3.19	+11 58 11	-17.7	-1.693	0.64	6.0	0.039	1.35
λ Hya	10 10 33.8	+2.93	-12 21 06	-17.9	-1.379	-8.85	19.0	0.014	3.61
ζ Leo	10 16 39.7	+3.33	+23 25 11	-18.0	0.131	-0.71	-16.0	0.017	3.44
λ UMa	10 17 04.0	+3.60	+42 55 01	-18.1	-1.494	-3.78	18.0	0.030	3.45
μ UMa	10 22 18.0	+3.56	+41 30 07	-18.2	-0.726	3.45	-21.0	0.031	3.05
μ Hya	10 26 04.0	+2.90	-16 50 02	-18.5	-0.890	-7.99	40.0	0.013	3.81
ϱ Leo	10 32 47.1	+3.16	+9 18 33	-18.6	-0.044	-0.27	42.0	0.011	3.85
ν Hya	10 49 36.0	+2.96	-16 11 28	-18.9	0.654	20.02	-1.0	0.022	3.11
46 LMi	10 53 17.0	+3.34	+34 13 03	-19.5	0.700	-27.85	16.0	0.017	3.83

csillag	RA h m s	ΔRA s/év	D ''	ΔD ''/év	μ_{RA} s	μ_D ''	v_{rad} km/s	π ''	m
β UMa	11 01 48.7	+3.59	+56 23 06	-19.4	0.988	3.40	-12.0	0.042	2.37
α UMa	11 03 41.8	+3.66	+61 45 13	-19.5	-1.675	-6.65	-9.0	0.031	1.79
ψ UMa	11 09 38.1	+3.36	+44 30 04	-19.6	-0.604	-2.77	-4.0	0.000	3.01
δ Leo	11 14 04.9	+3.18	+20 31 35	-19.8	1.011	-12.98	-20.0	0.040	2.56
ϑ Leo	11 14 12.8	+3.14	+15 25 56	-19.7	-0.420	-7.86	8.0	0.019	3.34
ν UMa	11 18 27.1	+3.23	+33 05 49	-19.7	-0.205	2.84	-9.0	0.013	3.48
δ CrI	11 19 19.0	+3.00	-14 46 33	-19.5	-0.844	20.75	-5.0	0.019	3.56
λ Dra	11 31 22.5	+3.51	+69 20 02	-19.9	-0.733	-1.71	7.0	0.024	3.84
χ UMa	11 46 01.4	+3.15	+47 46 56	-20.0	-1.361	2.95	-9.0	0.014	3.71
β Leo	11 49 02.1	+3.06	+14 34 29	-20.1	-3.422	-11.41	0.0	0.076	2.14
β Vir	11 50 40.2	+3.13	+1 46 03	-20.3	4.954	-27.11	5.0	0.098	3.61
γ UMa	11 53 48.3	+3.13	+53 41 51	-20.0	1.073	1.17	-13.0	0.020	2.44
ε Crv	12 10 05.9	+3.09	-22 37 01	-20.0	-0.512	1.35	5.0	0.020	3.00
δ UMa	12 15 24.1	+2.95	+57 02 07	-20.0	1.270	0.94	-13.0	0.052	3.31
γ Crv	12 15 46.8	+3.09	-17 32 21	-20.0	-1.124	2.33	-4.0	0.000	2.59
η Vir	12 19 52.8	+3.07	-0 39 51	-20.0	-0.419	-1.81	2.0	0.010	3.89
δ Crv	12 29 50.3	+3.11	-16 30 46	-20.0	-1.460	-13.80	9.0	0.018	2.95
κ Dra	12 33 27.7	+2.54	+69 47 28	-19.8	-1.130	1.19	-11.0	0.010	3.87
β Crv	12 34 21.7	+3.16	-23 23 38	-19.9	0.016	-5.39	-8.0	0.027	2.65
ε UMa	12 54 00.4	+2.63	+55 57 45	-19.5	1.328	-0.58	-9.0	0.009	1.77
δ Vir	12 55 34.7	+3.02	+3 24 01	-19.5	-3.129	-5.39	-18.0	0.017	3.38
α^2 CVn	12 56 00.3	+2.80	+38 19 16	-19.4	-1.987	5.65	-3.0	0.023	2.90
ε Vir	13 02 09.1	+2.99	+10 57 43	-19.3	-1.854	2.00	-14.0	0.036	2.83
γ Hya	13 18 53.7	+3.27	-23 10 08	-18.9	0.467	-4.47	-5.0	0.021	3.00
ζ UMa	13 23 54.3	+2.41	+54 55 41	-18.7	1.411	-2.00	-6.0	0.037	2.27
α Vir	13 25 10.0	+3.17	-11 09 31	-18.7	-0.278	-2.83	1.0	0.021	0.97
ζ Vir	13 34 40.1	+3.06	-0 35 36	-18.3	-1.899	4.21	-13.0	0.035	3.37
η UMa	13 47 31.3	+2.36	+49 18 57	-17.9	-1.249	-1.09	-11.0	0.035	1.86
η Boo	13 54 39.6	+2.86	+18 24 01	-17.9	-0.440	-35.83	0.0	0.102	2.68
α Dra	14 04 22.5	+1.63	+64 22 42	-17.1	-0.842	1.83	-13.0	0.011	3.65
π Hya	14 06 20.6	+3.43	-26 40 48	-17.2	0.328	-13.89	27.0	0.039	3.27
α Boo	14 15 38.3	+2.74	+19 11 06	-18.6	-7.714	-199.84	-5.0	0.090	-0.04
ϱ Boo	14 31 48.5	+2.59	+30 22 25	-15.7	-0.772	11.94	-14.0	0.025	3.58
γ Boo	14 32 03.5	+2.42	+38 18 38	-15.6	-0.966	15.32	-37.0	0.016	3.03
μ Vir	14 43 02.0	+3.17	-5 39 22	-15.5	0.729	-31.60	5.0	0.039	3.88
109 Vir	14 46 13.4	+3.04	+1 53 42	-15.0	-0.758	-2.64	-6.0	0.030	3.72
β UMi	14 50 42.4	-0.12	+74 09 27	-14.7	-0.763	1.22	17.0	0.031	2.08
α^2 Lib	14 50 51.0	+3.33	-16 02 23	-14.8	-0.734	-6.68	-10.0	0.049	2.75
β Boo	15 01 55.6	+2.26	+40 23 33	-14.1	-0.356	-2.78	-20.0	0.022	3.50
σ Lib	15 04 02.5	+3.52	-25 16 48	-14.0	-0.540	-4.30	-4.0	0.056	3.29
δ Boo	15 15 29.0	+2.42	+33 19 00	-13.3	0.689	-11.20	-12.0	0.028	3.49
β Lib	15 16 58.8	+3.24	-9 22 52	-13.1	-0.649	-1.91	-35.0	0.000	2.61
γ UMi	15 20 43.7	-0.06	+71 50 09	-12.8	-0.401	2.02	-4.0	0.003	3.05
ι Dra	15 24 55.1	+1.34	+58 58 04	-12.5	-0.117	1.73	-11.0	0.032	3.29
β CrB	15 27 48.5	+2.48	+29 06 27	-12.3	-1.369	8.63	-19.0	0.031	3.68

csillag	RA h m s	ΔRA s/év	D ° ' "	ΔD "/év	μ_{RA} s	μ_D "	v_{rad} km/s	π "	m
α CrB	15 34 40.0	+2.54	+26 42 59	-12.0	0.906	-8.86	2.0	0.043	2.23
γ Lib	15 35 29.9	+3.36	-14 47 16	-11.8	0.445	0.88	-28.0	0.033	3.91
ν Lib	15 36 59.6	+3.65	-28 08 00	-11.7	-0.069	0.27	-25.0	0.037	3.58
α Ser	15 44 14.6	+2.96	+6 25 38	-11.1	0.917	4.68	3.0	0.046	2.65
β Ser	15 46 09.9	+2.77	+15 25 24	-11.1	0.463	-4.50	-1.0	0.034	3.67
μ Ser	15 49 35.7	+3.14	-3 25 43	-10.8	-0.574	-2.40	-9.0	0.007	3.54
ε Ser	15 50 47.5	+3.00	+4 28 45	-10.6	0.858	6.28	-9.0	0.035	3.71
γ Ser	15 56 25.8	+2.78	+15 39 48	-11.6	2.158	-128.14	7.0	0.069	3.85
π Sco	15 58 49.3	+3.64	-26 06 46	-10.1	-0.084	-2.55	-3.0	0.010	2.89
δ Sco	16 00 18.2	+3.56	-22 37 13	-10.0	-0.085	-2.22	-7.0	0.000	2.32
β^1 Sco	16 05 24.5	+3.50	-19 48 15	-9.6	-0.039	-1.91	-1.0	0.009	2.62
δ Oph	16 14 19.2	+3.15	-3 41 35	-9.1	-0.294	-14.30	-20.0	0.029	2.74
ε Oph	16 18 17.7	+3.18	-4 41 29	-8.6	0.566	4.10	-10.0	0.036	3.24
τ Her	16 19 43.5	+1.81	+46 18 52	-8.5	-0.109	4.00	-14.0	0.027	3.89
σ Sco	16 21 09.5	+3.66	-25 35 30	-8.4	-0.076	-2.07	3.0	0.000	2.89
γ Her	16 21 53.9	+2.65	+19 09 15	-8.3	-0.330	4.32	-35.0	0.015	3.75
α Sco	16 29 22.6	+3.69	-26 25 51	-7.7	-0.071	-2.03	-3.0	0.019	0.96
β Her	16 30 11.9	+2.58	+21 29 26	-7.7	-0.702	-1.46	-26.0	0.017	2.77
τ Sco	16 35 51.1	+3.74	-28 12 54	-7.2	-0.064	-2.21	2.0	0.020	2.82
ζ Oph	16 37 07.9	+3.31	-10 33 58	-7.1	0.092	2.63	-15.0	0.003	2.56
η Her	16 42 52.7	+2.06	+38 55 24	-6.7	0.318	-8.25	8.0	0.053	3.53
κ Oph	16 57 38.7	+2.84	+9 22 33	-5.4	-1.969	-1.05	-56.0	0.026	3.20
ε Her	17 00 16.2	+2.30	+30 55 38	-5.1	-0.362	2.76	-25.0	0.022	3.92
ζ Dra	17 08 47.1	+0.18	+65 42 55	-4.4	-0.324	2.18	-17.0	0.017	3.17
η Oph	17 10 21.0	+3.44	-15 43 28	-4.2	0.260	9.50	-1.0	0.052	2.43
δ Her	17 15 00.7	+2.47	+24 50 23	-4.1	-0.151	-15.69	-40.0	0.034	3.14
π Her	17 15 01.8	+2.09	+36 48 35	-3.9	-0.215	0.36	-26.0	0.020	3.16
ϑ Oph	17 21 58.7	+3.69	-24 59 57	-3.3	-0.026	-1.99	-2.0	0.000	3.27
β Dra	17 30 25.3	+1.36	+52 18 06	-2.6	-0.171	1.48	-20.0	0.013	2.79
α Oph	17 34 54.7	+2.79	+12 33 37	-2.4	0.822	-22.64	13.0	0.056	2.08
ξ Ser	17 37 33.5	+3.44	-15 23 54	-2.0	-0.289	-5.82	-43.0	0.026	3.54
ι Her	17 39 27.0	+1.70	+46 00 24	-1.8	-0.047	0.53	-20.0	0.005	3.80
β Oph	17 43 26.9	+2.97	+4 34 03	-1.3	-0.267	15.95	-12.0	0.023	2.77
μ Her	17 46 26.3	+2.35	+27 43 15	-1.9	-2.339	-75.12	-15.6	0.108	3.42
γ Oph	17 47 52.1	+3.01	+2 42 27	-1.1	-0.146	-7.39	-7.0	0.032	3.75
ξ Dra	17 53 31.2	+1.04	+56 52 22	-0.5	1.144	7.97	-26.0	0.031	3.75
ϑ Her	17 56 14.2	+2.06	+37 15 02	-0.3	0.036	0.64	-27.0	0.002	3.86
γ Dra	17 56 35.7	+1.40	+51 29 20	-0.3	-0.081	-1.94	-28.0	0.017	2.23
ξ Her	17 57 44.7	+2.33	+29 14 53	-0.2	0.642	-1.69	-2.0	0.018	3.70
ν Oph	17 58 59.9	+3.30	-9 46 25	-0.2	-0.044	-11.58	13.0	0.015	3.34
72 Oph	18 07 19.6	+2.85	+9 33 50	+0.7	-0.407	7.99	-24.0	0.037	3.73
σ Her	18 07 31.4	+2.34	+28 45 45	+0.7	0.009	0.95	-30.0	0.005	3.83
μ Sgr	18 13 44.0	+3.59	-21 03 32	+1.2	0.012	0.13	-6.0	0.012	3.86
δ Sgr	18 20 57.7	+3.84	-29 49 42	+1.8	0.271	-2.80	-20.0	0.039	2.70
χ Dra	18 21 03.9	-1.09	+72 43 58	+1.5	11.941	-34.95	32.5	0.120	3.57

csillag	RA h m s	ΔRA s/év	D ° ' "	ΔD "/év	μ_{RA} s	μ_D "	v_{rad} km/s	π "	m
η Ser	18 21 17.0	+3.11	-2 53 56	+1.2	-3.651	-70.03	9.0	0.054	3.26
109 Her	18 23 40.6	+2.56	+21 46 10	+1.8	1.407	-24.22	-58.0	0.016	3.84
λ Sgr	18 27 56.4	+3.70	-25 25 19	+2.3	-0.324	-18.52	-43.0	0.046	2.81
α Sct	18 35 10.8	+3.27	-8 14 40	+2.8	-0.102	-31.21	36.0	0.013	3.85
α Lyr	18 36 55.3	+2.03	+38 46 59	+3.5	1.726	28.61	-14.0	0.123	0.03
φ Sgr	18 45 37.5	+3.75	-26 59 29	+4.0	0.398	0.04	22.0	0.000	3.17
β Lyr	18 50 03.7	+2.22	+33 21 43	+4.3	0.026	-0.30	-19.0	0.000	3.45
σ Sgr	18 55 14.1	+3.72	-26 17 51	+4.7	0.099	-5.42	-11.0	0.000	2.02
ξ^2 Sgr	18 57 42.0	+3.58	-21 06 26	+5.0	0.235	-1.16	-20.0	0.011	3.51
γ Lyr	18 58 55.5	+2.25	+32 41 20	+5.1	-0.016	0.23	-21.0	0.011	3.24
ζ Aql	19 05 23.2	+2.76	+13 51 46	+5.5	-0.035	-9.60	-25.0	0.036	2.99
λ Aql	19 06 13.3	+3.18	-4 53 00	+5.6	-0.115	-8.99	-12.0	0.025	3.44
τ Sgr	19 06 54.5	+3.74	-27 40 16	+5.5	-0.401	-25.05	45.0	0.038	3.32
π Sgr	19 09 44.1	+3.56	-21 01 28	+6.0	-0.001	-3.54	-10.0	0.016	2.89
δ Dra	19 12 33.3	+0.00	+67 39 38	+6.3	1.649	9.26	25.0	0.028	3.07
κ Cyg	19 17 05.5	+1.39	+53 22 03	+6.7	0.659	12.48	-29.0	0.023	3.77
δ Aql	19 25 28.4	+3.02	+3 06 49	+7.4	1.715	8.22	-30.0	0.062	3.36
ι^2 Cyg	19 29 41.6	+1.51	+51 43 43	+7.8	0.219	12.98	-20.0	0.005	3.79
β^1 Cyg	19 30 42.1	+2.42	+27 57 31	+7.7	0.015	-0.17	-24.0	0.017	3.24
γ Aql	19 46 14.2	+2.85	+10 36 43	+9.0	0.119	-0.18	-2.0	0.016	2.72
δ Sge	19 47 21.9	+2.68	+18 31 59	+9.1	0.048	0.83	3.0	0.001	3.82
α Aql	19 50 45.5	+2.93	+8 52 01	+9.7	3.629	38.63	-26.3	0.198	0.77
η Aql	19 52 26.8	+3.06	+1 00 16	+9.4	0.072	-0.71	-15.0	0.010	3.90
β Aql	19 55 17.3	+2.95	+6 24 20	+9.2	0.324	-48.19	-39.8	0.070	3.71
η Cyg	19 56 17.2	+2.25	+35 04 55	+9.7	-0.257	-2.74	-27.0	0.015	3.89
γ Sge	19 58 44.1	+2.67	+19 29 27	+9.9	0.465	2.37	-33.0	0.011	3.47
ϑ Aql	20 11 16.7	+3.09	-0 49 23	+10.9	0.256	0.44	-27.0	0.012	3.23
31 Cyg	20 13 37.0	+1.89	+46 44 23	+11.0	0.043	0.26	-8.0	0.007	3.79
α^2 Cap	20 18 01.6	+3.32	-12 32 47	+11.4	0.436	0.38	0.0	0.033	3.56
β Cap	20 20 59.0	+3.37	-14 46 59	+11.6	0.291	0.16	-19.0	0.010	3.08
γ Cyg	20 22 12.6	+2.15	+40 15 18	+11.7	0.035	0.03	-8.0	0.003	2.20
α Del	20 39 36.9	+2.79	+15 54 37	+12.9	0.455	-0.23	-3.0	0.008	3.77
α Cyg	20 41 24.9	+2.05	+45 16 43	+13.0	0.027	0.23	-5.0	0.000	1.25
η Cep	20 45 16.8	+1.21	+61 50 13	+14.1	1.229	81.85	-87.3	0.071	3.43
ε Cyg	20 46 11.5	+2.43	+33 58 06	+13.6	2.861	32.79	-11.0	0.044	2.46
ε Aqr	20 47 38.9	+3.24	-9 29 51	+13.4	0.235	-3.43	-16.0	0.015	3.77
ν Cyg	20 57 09.3	+2.24	+41 09 55	+14.0	0.109	-1.56	-28.0	0.010	3.94
ξ Cyg	21 04 54.8	+2.19	+43 55 33	+14.5	0.078	0.11	-20.0	0.007	3.72
ζ Cyg	21 12 54.9	+2.56	+30 13 30	+14.9	0.005	-5.57	17.0	0.021	3.20
α Equ	21 15 47.9	+3.00	+5 14 45	+15.0	0.394	-8.76	-16.0	0.013	3.92
α Cep	21 18 34.1	+1.43	+62 35 00	+15.3	2.181	4.94	-10.0	0.063	2.44
ζ Cap	21 26 38.3	+3.42	-22 24 49	+15.7	0.007	2.33	3.0	0.000	3.74
β Cep	21 28 39.2	+0.75	+70 33 31	+15.8	0.207	0.70	-8.0	0.014	3.23
β Aqr	21 31 32.0	+3.16	-5 34 24	+16.0	0.141	-0.82	7.0	0.006	2.91
γ Cap	21 40 03.8	+3.32	-16 39 53	+16.4	1.322	-2.35	-31.0	0.025	3.68

csillag	RA h m s	ΔRA s/év	D ° ' "	ΔD "/év	μ_{RA} s	μ_D "	v_{rad} km/s	π "	m
ε Peg	21 44 09.7	+2.95	+9 52 22	+16.6	0.207	-0.06	5.0	0.006	2.39
δ Cap	21 47 00.8	+3.31	-16 07 47	+16.5	1.827	-29.66	-6.0	0.065	2.87
α Aqr	22 05 45.5	+3.08	-0 19 20	+17.6	0.131	-0.96	8.0	0.012	2.96
ι Peg	22 06 59.3	+2.80	+25 20 33	+17.7	2.200	2.46	-4.0	0.074	3.76
ϑ Peg	22 10 10.5	+3.03	+6 11 43	+17.8	1.852	2.71	-6.0	0.042	3.53
ζ Cep	22 10 50.2	+2.09	+58 11 56	+17.8	0.190	0.44	-18.0	0.019	3.35
γ Aqr	22 21 37.8	+3.10	-1 23 24	+18.2	0.877	0.70	-15.0	0.040	3.84
δ Cep	22 29 09.1	+2.24	+58 24 45	+18.5	0.191	0.14	-15.0	0.011	3.75
α Lac	22 31 16.3	+2.48	+50 16 48	+18.6	1.435	1.87	-4.0	0.036	3.77
ζ Peg	22 41 26.2	+2.99	+10 49 43	+18.9	0.546	-1.25	7.0	0.023	3.40
η Peg	22 42 58.7	+2.82	+30 13 07	+18.9	0.113	-2.54	4.0	0.017	2.94
λ Peg	22 46 30.4	+2.90	+23 33 47	+19.0	0.422	-0.99	-4.0	0.037	3.95
ι Cep	22 49 39.7	+2.15	+66 11 52	+19.0	-1.077	-12.50	-12.0	0.036	3.52
μ Peg	22 49 58.8	+2.90	+24 35 56	+19.1	1.076	-4.21	14.0	0.032	3.48
λ Aqr	22 52 35.3	+3.13	-7 34 56	+19.2	0.077	3.70	-9.0	0.012	3.74
δ Aqr	22 54 37.4	+3.18	-15 49 25	+19.2	-0.277	-2.54	18.0	0.039	3.27
α PsA	22 57 37.4	+3.30	-29 37 30	+19.1	2.551	-16.47	7.0	0.144	1.16
σ And	23 01 53.9	+2.77	+42 19 24	+19.4	0.204	-0.63	-14.0	0.015	3.62
β Peg	23 03 45.0	+2.92	+28 04 48	+19.6	1.431	13.74	9.0	0.015	2.42
α Peg	23 04 44.2	+2.99	+15 12 09	+19.4	0.436	-4.25	-4.0	0.030	2.49
88 Peg	23 09 25.2	+3.19	-21 10 30	+19.6	0.396	3.12	21.0	0.010	3.66
γ Psc	23 17 08.4	+3.11	+3 16 46	+19.7	5.090	1.70	-14.0	0.025	3.69
λ And	23 37 32.4	+2.95	+46 27 20	+19.5	1.567	-42.11	7.0	0.043	3.82
γ Cep	23 39 19.6	+2.51	+77 37 47	+20.1	-2.099	15.09	-42.0	0.064	3.21

Epocha: J1999.5 = 1999. július 2.875 = JD 245 1362.375

Útmutató a Hipparcos-táblázatokhoz

A következő három táblázat a közelmúltban nyilvánosságra hozott Hipparcos Katalógus alapján készült. A táblázatokban szereplő adatok: a csillag hagyományos neve, HIP a Hipparcos Katalógusbeli sorszáma, RA és D a rektaszcenzió és deklináció fokban, az 1991.25 epochára (ez az időpont felel meg a Hipparcos mérési időszaka közepének), V a látszó fényesség, M_V az abszolút fényesség a Hipparcos által mért parallaxis alapján, π a parallaxis és σ_π annak hibája 0''.001-ben, μ a sajátmozgás abszolút értéke 0''.001/év mértékegységben. Egyes csillagnevek rövidítése:

Gr. 1830 = Groombridge 1830, V. M. 2 = Van Maanen 2

A legközelebbi csillagok

Név	HIP	RA h m s	D °	V	M _v	π 0''/001	σ _π	μ 0''/001/év
α Cen C	70890	14 29 47.8	-62.681	11.01	15.45	772.33	2.42	3852.99
α ² Cen	71681	14 39 39.4	-60.839	1.35	5.70	742.12	1.40	3724.12
α ¹ Cen	71683	14 39 40.8	-60.835	-0.01	4.34	742.12	1.40	3709.62
Barnard-cs.	87937	17 57 49.0	+4.668	9.54	13.24	549.01	1.58	10357.70
	54035	11 03 20.6	+35.981	7.49	10.46	392.40	0.91	4802.27
α CMa	32349	6 45 09.4	-16.713	-1.44	1.45	379.21	1.58	1339.42
	92403	18 49 49.0	-23.836	10.37	13.00	336.48	1.82	665.97
ε Eri	16537	3 32 56.4	-9.458	3.72	6.18	310.75	0.85	976.61
	114046	23 05 47.3	-35.856	7.35	9.76	303.90	0.87	6896.07
	57548	11 47 44.2	+0.808	11.12	13.50	299.58	2.20	1361.36
61 Cyg A	104214	21 06 50.9	+38.741	5.20	7.49	287.13	1.51	5280.65
α CMi	37279	7 39 18.5	+5.228	0.40	2.68	285.93	0.88	1258.50
61 Cyg B	104217	21 06 52.1	+38.734	6.05	8.33	285.42	0.72	5172.40
	91772	18 42 48.5	+59.622	9.70	11.97	284.48	5.01	2312.51
	91768	18 42 48.2	+59.626	8.94	11.18	280.28	2.57	2237.91
	1475	0 18 20.6	+44.022	8.09	10.33	280.27	1.05	2917.95
ε Ind	108870	22 03 17.5	-56.780	4.69	6.89	275.76	0.69	4703.94
τ Cet	8102	1 44 05.0	-15.940	3.49	5.68	274.17	0.80	1922.00
	5643	1 12 30.0	-17.001	12.10	14.25	269.05	7.57	1372.17
Luyten-cs.	36208	7 27 24.2	+5.235	9.84	11.94	263.26	1.43	3738.16
Kapteyn-cs.	24186	5 11 35.3	-45.004	8.86	10.89	255.26	0.86	8670.50
	105090	21 17 17.8	-38.865	6.69	8.71	253.37	1.13	3454.95
Krüger 60	110893	22 28 00.5	+57.697	9.59	11.58	249.52	3.03	989.56
	30920	6 29 23.0	-2.812	11.12	13.05	242.89	2.64	930.24
	72511	14 49 33.6	-26.106	11.72	13.58	235.24	22.43	1396.32
	80824	16 30 10.8	-12.660	10.10	11.95	234.51	1.82	1188.59
	439	0 05 20.4	-37.352	8.56	10.36	229.33	1.08	6099.89
	15689	3 22 05.5	-13.278	12.16	13.94	227.45	61.79	319.66
V. M. 2	3829	0 49 09.1	+5.395	12.37	14.15	226.95	5.35	2977.84
	72509	14 49 32.6	-26.111	12.07	13.80	221.80	69.07	1436.11
	86162	17 36 26.4	+68.342	9.15	10.87	220.85	0.92	1309.37
	85523	17 28 39.4	-46.893	9.38	11.10	220.43	1.63	1050.15
	114110	23 06 38.9	-14.872	12.24	13.92	216.52	18.28	139.76
	57367	11 45 39.4	-68.841	11.50	13.18	216.40	2.11	2687.64
	113020	22 53 16.1	-14.262	10.16	11.80	212.69	2.10	1174.19
	54211	11 05 32.2	+43.524	8.82	10.40	206.94	1.19	4510.53
	49908	10 11 23.3	+49.455	6.60	8.16	205.22	0.81	1452.19
	82725	16 54 32.2	-62.404	11.72	13.26	203.01	29.27	308.29
	85605	17 29 36.2	+24.653	11.39	12.92	202.69	39.48	362.24
	106440	21 33 34.1	-49.007	8.66	10.19	202.53	1.33	819.31
	86214	17 37 04.3	-44.317	10.94	12.43	198.32	2.43	1176.47
σ ² Eri	19849	4 15 17.5	-7.645	4.43	5.92	198.24	0.84	4087.79
	112460	22 46 50.4	+44.335	10.29	11.77	198.07	2.05	841.18
70 Oph	88601	18 05 27.1	+2.502	4.03	5.50	196.62	1.38	970.68

A legnagyobb sajátmozgású csillagok

Név	HIP	RA h m s	D o	V	M_v	π 0''001	σ_π	μ 0''001/év
Barnard-cs.	87937	17 57 49.0	+4.668	9.54	13.24	549.01	1.58	10357.70
Kapteyn-cs.	24186	5 11 35.3	-45.004	8.86	10.89	255.26	0.86	8670.50
Gr. 1830	57939	11 52 55.9	+37.733	6.42	6.61	109.21	0.78	7058.36
	114046	23 05 47.3	-35.856	7.35	9.76	303.90	0.87	6896.07
	439	0 05 20.4	-37.352	8.56	10.36	229.33	1.08	6099.89
	67953	13 51 01.4	+23.764	13.31	12.72	076.20	107.46	5834.20
61 Cyg A	104214	21 06 50.9	+38.741	5.20	7.49	287.13	1.51	5280.65
61 Cyg B	104217	21 06 52.1	+38.734	6.05	8.33	285.42	0.72	5172.40
	54035	11 03 20.6	+35.981	7.49	10.46	392.40	0.91	4802.27
ϵ Ind	108870	22 03 17.5	-56.780	4.69	6.89	275.76	0.69	4703.94
	54211	11 05 32.2	+43.524	8.82	10.40	206.94	1.19	4510.53
σ^2 Eri	19849	4 15 17.5	-7.645	4.43	5.92	198.24	0.84	4087.79
α Cen C	70890	14 29 47.8	-62.681	11.01	15.45	772.33	2.42	3852.99
μ Cas	5336	1 08 13.0	+54.924	5.17	5.78	132.42	0.60	3776.76
Luyten-cs.	36208	7 27 24.2	+5.235	9.84	11.94	263.26	1.43	3738.16
α^2 Cen	71681	14 39 39.4	-60.839	1.35	5.70	742.12	1.40	3724.12
α^1 Cen	71683	14 39 40.8	-60.835	-0.01	4.34	742.12	1.40	3709.62
	74234	15 10 13.7	-16.454	9.44	7.08	33.68	1.67	3681.49
	74235	15 10 13.7	-16.371	9.07	6.74	34.14	1.36	3681.02
	105090	21 17 17.8	-38.865	6.69	8.71	253.37	1.13	3454.95
	56936	11 40 19.9	+67.267	12.20	10.43	44.28	2.83	3168.11
ϵ Eri	15510	3 19 53.3	-43.072	4.26	5.35	165.02	0.55	3123.70
V. M. 2	3829	0 49 09.1	+5.395	12.37	14.15	226.95	5.35	2977.84
	55360	11 20 09.1	+65.846	9.31	9.52	109.95	1.11	2952.47
	1475	0 18 20.6	+44.022	8.09	10.33	280.27	1.05	2917.95
	55042	11 16 02.9	-57.551	11.66	11.17	79.71	2.80	2732.50
	57367	11 45 39.4	-64.841	11.50	13.18	216.40	2.11	2687.64
	10279	2 12 22.1	+3.580	10.04	9.96	96.28	1.80	2556.23
	60559	12 24 51.8	-18.237	11.28	11.54	112.52	2.51	2554.50
	26857	5 42 08.2	-12.493	11.56	12.75	172.78	3.88	2542.26
	9560	2 02 50.9	+5.708	12.26	10.05	36.17	4.30	2442.54
	21088	4 31 10.1	+58.982	10.82	12.11	181.36	3.67	2426.71
	91772	18 42 48.5	+59.622	9.70	11.97	284.48	5.01	2312.51
	12114	2 36 03.8	+6.883	5.79	6.50	138.72	1.04	2311.58
	67155	13 45 42.7	+14.895	8.46	9.79	184.13	1.27	2298.14
	76901	15 42 07.7	-19.469	11.83	12.26	121.86	443.95	2282.67
α Boo	69673	14 15 40.3	+19.187	-0.05	-0.31	88.85	0.74	2278.87
β Hyi	2021	0 25 39.1	-77.255	2.82	3.45	133.78	0.51	2243.69
	91768	18 42 48.2	+59.626	8.94	11.18	280.28	2.57	2237.91
	104059	21 04 54.0	-16.954	11.45	10.04	52.26	3.06	2231.65
	25878	5 31 26.9	-3.672	7.97	9.19	175.72	1.20	2227.65
	18915	4 03 13.7	+35.277	8.51	7.18	54.14	1.08	2205.93
	10138	2 10 24.0	-50.825	6.12	5.93	91.63	0.61	2192.74
	104432	21 09 17.0	-13.298	10.87	10.45	82.33	2.40	2117.88

A legnagyobb luminozitású csillagok

Név	HIP	RA h m s	D °	V	M _v	π 0''001	σ _π	μ 0''001/év
β Ori	24436	05 14 32.2	-8.202	0.18	-6.69	4.22	0.81	1.95
γ Cyg	100453	20 22 13.7	+40.257	2.23	-6.12	2.14	0.51	2.60
ζ Pup	39429	8 03 35.0	-40.003	2.21	-5.95	2.33	0.51	35.09
ν Car	48002	9 47 06.2	-65.072	2.92	-5.56	2.01	0.40	12.57
α Car	30348	6 23 57.1	-52.696	-0.62	-5.53	10.43	0.53	30.98
β Cen	68702	14 03 49.4	-60.373	0.61	-5.42	6.21	0.56	42.21
α Lep	25985	5 32 43.9	-17.822	2.58	-5.40	2.54	0.72	3.61
φ Vel	48774	9 56 51.8	-54.568	3.52	-5.34	1.69	0.50	13.43
γ Vel	39953	8 09 31.9	-47.337	1.75	-5.31	3.88	0.53	11.54
ζ Ori	26727	5 40 45.6	-1.943	1.74	-5.26	3.99	0.79	4.73
α Ori	27989	5 55 10.3	+7.407	0.45	-5.14	7.63	1.64	29.41
λ Sco	85927	17 33 36.5	-37.104	1.62	-5.05	4.64	0.90	31.24
δ Ori	25930	5 32 00.5	-0.299	2.25	-4.99	3.56	0.83	1.76
π Pup	35264	7 17 08.6	-37.097	2.71	-4.92	2.98	0.55	12.68
h Car	46974	9 34 26.6	-59.230	4.08	-4.83	1.65	0.49	12.74
κ Ori	27366	5 47 45.4	-9.670	2.07	-4.65	4.52	0.77	1.96
J Pup	38518	7 53 18.2	-48.103	4.22	-4.65	1.68	0.50	7.66
λ Car	47854	9 45 14.9	-62.508	3.69	-4.64	2.16	0.47	15.31
ε Car	41037	8 22 31.0	-59.510	1.86	-4.58	5.16	0.49	34.03
ζ Per	18246	3 54 07.9	+31.884	2.84	-4.55	3.32	0.75	10.16
c Pup	37189	7 45 15.4	-37.969	3.62	-4.52	2.35	0.55	12.31
a Vel	43023	8 46 01.7	-46.042	3.87	-4.52	2.10	0.53	13.15
α Per	15863	3 24 19.4	+49.861	1.79	-4.50	5.51	0.66	35.47
ι Car	45556	9 17 05.5	-59.275	2.21	-4.42	4.71	0.46	23.11
γ Ara	85267	17 25 23.8	-56.378	3.31	-4.40	2.87	0.75	15.87
σ CMa	33856	7 01 43.2	-27.935	3.49	-4.37	2.68	0.59	7.59
h ¹ Pup	40091	8 11 21.6	-39.619	4.44	-4.36	1.74	0.52	9.43
	31407	6 34 58.6	-52.976	4.35	-4.31	1.85	0.51	13.67
o ¹ Cyg	99675	20 13 37.9	+46.741	3.80	-4.29	2.41	0.57	4.60
γ Cas	4427	0 56 42.5	+60.717	2.15	-4.22	5.32	0.56	25.93
α ¹ Cru	60718	12 26 36.0	-63.099	0.77	-4.19	10.17	0.67	38.31
ε Peg	107315	21 44 11.0	+9.875	2.38	-4.19	4.85	0.84	30.05
λ Ori	26207	5 35 08.2	+9.934	3.39	-4.16	3.09	0.78	2.13
ε Gem	32246	6 43 55.9	+25.131	3.06	-4.15	3.61	0.91	14.12
e Vel	42312	8 37 38.6	-42.989	4.11	-4.11	2.27	0.50	14.05
ε CMa	33579	6 58 37.4	-28.972	1.50	-4.10	7.57	0.57	3.49
n Vel	42624	8 41 13.2	-47.317	4.74	-4.08	1.72	0.46	12.57
ξ Cyg	104060	21 04 55.9	+43.928	3.72	-4.07	2.77	0.52	8.61
d Cen	65936	13 31 02.6	-39.407	3.90	-4.03	2.60	0.75	19.27
	36514	7 30 42.7	-30.962	4.65	-4.00	1.86	0.53	11.77
27 CMa	34981	7 14 15.1	-26.353	4.42	-4.00	2.07	0.59	7.64
λ Vel	44816	9 07 59.8	-43.353	2.23	-3.99	5.69	0.53	27.25
102 Her	88886	18 08 45.6	+20.815	4.37	-3.98	2.14	0.63	6.77
β CMa	30324	6 22 42.0	-17.956	1.98	-3.95	6.53	0.66	3.48

Európai centrális napfogyatkozások 2100-ig

dátum	típus	tartam	láthatóság
2003.05.31.	gy	3 ^m 37 ^s	Skócia (horizonton)
2005.10.03.	gy	4 ^m 32 ^s	Portugália – Spanyolország – Algéria – – Tunézia
2006.03.29.	t	4 ^m 07 ^s	Törökország
2015.03.20.	t	2 ^m 47 ^s	Feröer-szigetek – Norvég-tenger
2026.08.12.	t	2 ^m 18 ^s	Spanyolország (napnyugta)
2027.08.02.	t	6 ^m 23 ^s	Gibraltár – Algéria – Tunézia – Líbia – – Egyiptom
2028.01.26.	gy	10 ^m 27 ^s	Portugália – Spanyolország (napnyugta)
2030.06.01.	gy	5 ^m 21 ^s	Görögország – Törökország – Oroszország
2039.06.21.	gy	4 ^m 05 ^s	Norvégia – Svédország – Finnország – – Oroszország (napnyugta)
2048.06.11.	gy	4 ^m 59 ^s	Norvégia – Svédország – Lettország – – Oroszország
2059.11.05.	gy	6 ^m 00 ^s	Franciaország – Szardínia – Szicília – – Líbia – Egyiptom
2060.04.30.	t	5 ^m 15 ^s	Líbia – Ciprus – Törökország
2061.04.20.	t	2 ^m 32 ^s	Oroszország
2075.07.13.	gy	4 ^m 44 ^s	Olaszország – Szlovénia – – Magyarország – Szlovákia – Ukrajna
2081.09.03.	t	5 ^m 33 ^s	Franciaország – ... – Szlovénia – – Magyarország – Szerbia – Románia
2082.02.27.	gy	8 ^m 13 ^s	Franciaország – Svájc – Ausztria – – Magyarország (napnyugta)
2088.04.21.	t	3 ^m 58 ^s	Görögország – Törökország
2090.09.23.	t	3 ^m 36 ^s	Anglia – Franciaország
2093.07.23.	gy	5 ^m 11 ^s	Skócia – Németország – Csehország – – Szlovákia – Magyarország – Románia

A táblázat a 21. században Európából megfigyelhető centrális napfogyatkozásokat tartalmazza. A t a teljes, a gy a gyűrűs napfogyatkozásokat jelzi. A fogyatkozás időtartama a legnagyobb fogyatkozás helyére vonatkozik, ez nem biztos, hogy Európára esik. Az előrejelzések pontossága a ΔT jövőbeli értékének bizonytalansága miatt a távolabbi időpontok felé egyre csökken.

Magyarországi napfogyatkozások 2050-ig

dátum	típus	mag.	terület %	U1 h m	max. h m	U4 h m	h_N °
2003.05.31.	gy	0.810	74.1		3 17	4 16	2.9
2005.10.03.	gy	0.531	41.9	8 04	9 20	10 39	36.0
2006.03.29.	t	0.595	50.6	9 43	10 50	11 58	45.9
2008.08.01.	t	0.196	10.2	9 02	9 49	10 37	57.9
2010.01.15.	gy	0.066	2.0			6 49	—
2011.01.04.	r	0.778	70.4	7 04	8 26	9 56	12.8
2015.03.20.	t	0.662	58.6	8 38	9 47	10 59	40.3
2020.06.21.	gy	0.017	0.3	5 27	5 39	5 51	25.6
2021.06.10.	gy	0.080	2.7	10 03	10 44	11 26	65.5
2022.10.25.	r	0.438	32.3	9 16	10 23	11 31	30.3
2025.03.29.	r	0.087	3.1	10 49	11 19	11 49	45.6
2026.08.12.	t	0.658	57.9	17 21			—
2027.06.02.	t	0.567	47.7	8 15	9 19	10 25	54.9
2030.06.01.	gy	0.776	70.0	4 07	5 12	6 24	21.1
2034.03.20.	t	0.217	11.9	9 54	10 43	11 31	42.4
2036.08.21.	r	0.373	26.1	17 19			—
2037.01.16.	r	0.591	48.1	8 00	9 27	11 00	19.0
2038.01.05.	gy	0.319	20.3	14 02	14 58		0.5
2038.06.02.	gy	0.132	5.6	13 48	14 26	15 03	40.3
2039.06.21.	gy	0.796	72.4	17 33	18 32		0.9
2048.06.11.	gy	0.740	65.9	12 26	13 55	15 14	44.9
2050.11.14.	r	0.709	62.1	12 54	14 15		6.8

A táblázatban a Magyarország területéről 2000–2050 között megfigyelhető részleges fogyatkozások szerepelnek. A Föld más helyeiről is csak részlegesnek látható fogyatkozások (r) esetében a teljes árnyék kúpja egyáltalán nem érinti a Földet. A teljes (t) és a gyűrűs (gy) fogyatkozások pedig Magyarország területéről csak részlegesként figyelhetők meg. A mag. a fogyatkozás látszólagos nagysága Magyarországról, a terület a napkorong elfedett területének nagysága, U1 és U4 az első és az utolsó kontaktus időpontja, max. a maximális fázis ideje, h_N a maximális fázis idején a Nap horizont feletti magassága. Ha ez az adat hiányzik, akkor a maximum napkelte előtt, vagy napnyugta után következik be.

Az 1998-ig felfedezett Kuiper-objektumok

Név	<i>q</i> AU	<i>a</i> AU	<i>i</i> °	<i>P</i> év	<i>m</i>	<i>D</i> km	felf. napja	felfedező
Plútó	29.673	39.799	17.12	251.1	15	2200	1930.02.18.	Tombaugh
1992 QB1	40.887	44.298	2.18	294.8	22.8	280	1992.08.30.	Jewitt és t.
1993 FW	41.544	43.587	7.76	287.8	22.8	290	1993.03.28.	Jewitt és t.
1993 RO	31.484	39.609	3.71	249.3	23	140	1993.09.14.	Jewitt és t.
1993 RP		39.3	2.8	210	24.5	100	1993.09.15.	Jewitt és t.
1993 SB	26.895	39.633	1.93	249.5	22.7	190	1993.09.16.	Williams és t.
1993 SC	32.251	39.880	5.14	251.8	21.6	320	1993.09.17.	Williams és t.
1994 ES2	40.352	45.686	1.06	308.8	24.3	160	1994.03.13.	Jewitt és t.
1994 EV3	40.914	42.828	1.67	280.3	23.3	270	1994.03.13.	Jewitt és t.
1994 GV9	40.997	43.492	0.56	286.8	23.1	260	1994.04.15.	Jewitt és t.
1994 JS	33.042	42.375	14.05	275.8	22.4	260	1994.05.11.	Luu és t.
1994 JV		35.25	18.1	209	22.4	240	1994.05.13.	Jewitt és t.
1994 JQ1	41.819	44.039	3.75	292.3	22.9	380	1994.05.11.	Irwin és t.
1994 JR1	34.756	39.510	3.80	248.4	22.5	240	1994.05.12.	Irwin és t.
1994 TB	27.051	39.845	12.11	251.5	21.5	300	1994.10.02.	Jewitt és t.
1994 TG		42.3	6.8	275	23	260	1994.10.03.	Chen és t.
1994 TH		40.9	16.1	262	23	250	1994.10.03.	Jewitt és t.
1994 TG2		42.45	2.3	277	24	170	1994.10.08.	Hainaut
1994 VK8	41.682	42.830	1.48	280.3	22.3	370	1994.11.08.	Fitzsimmons és t.
1995 DA2	33.704	36.166	6.57	217.5	23.0	180	1995.02.24.	Luu és t.
1995 DB2	40.083	46.267	4.11	314.7	22.5	320	1995.02.24.	Jewitt és t.
1995 DC2	40.756	43.872	2.34	290.6	22.5	380	1995.02.24.	Luu és t.
1995 FB21		42.4	0.7	276	23.1	210	1995.03.29.	Green és t.
1995 GJ		42.9	22.9	244	22.5	300	1995.04.03.	Jewitt és t.
1995 GA7		39.5	3.5	233	23	210	1995.04.03.	Chen és t.
1995 GY7		41.4	0.9	266	23.5	190	1995.04.06.	Lagerkvist
1995 HM5	29.485	39.439	4.82	247.7	23.1	160	1995.04.26.	Luu
1995 KJ1		43.47	2.7	287	22.5	370	1995.05.30.	Chen
1995 KK1		39.5	9.2	248	23.0	170	1995.05.30.	Jewitt
1995 QY9	29.236	40.115	4.82	254.1	22V	210	1995.08.31.	Jewitt és t.
1995 QZ9	33.692	39.769	19.51	250.8	22.5	240	1995.08.29.	Jewitt és t.
1995 WY2	40.566	46.432	1.65	316.4	23.4	280	1995.11.18.	Jewitt és t.
1995 YY3	30.696	39.237	0.44	245.8	23.0	150	1995.12.24.	Chen és t.
1996 KV1	40.223	45.229	8.08	304.2	22.9	280	1996.05.21.	Trujillo és t.
1996 KW1		46.6	5.5	318	23.4	290	1996.05.22.	Jewitt és t.
1996 KX1		39.5	1.5	249	23.9	130	1996.05.22.	Chen és t.
1996 KY1		39.5	30.9	248	23.3	170	1996.05.16.	Luu és t.
1996 RQ20	39.211	44.291	31.58	294.8	22.6	300	1996.09.06.	Rabinowitz
1996 RR20	32.751	39.936	5.30	252.4	22.8	310	1996.09.15.	Fitzsimmons és t.
1996 SZ4	29.568	39.817	4.73	251.3	23	180	1996.09.16.	Fitzsimmons és t.
1996 TK66	42.871	43.035	3.31	282.3	23.6	290	1996.10.09.	HZSST
1996 TL66	35.057	84.508	23.95	776.9	20.9	600	1996.10.09.	Trujillo és t.
1996 TO66	38.055	43.715	27.33	289.0	21.3	740	1996.10.12.	Trujillo és t.
1996 TP66	26.403	39.703	5.69	250.2	21.2	290	1996.10.11.	Luu és t.
1996 TQ66	34.613	39.667	14.63	249.8	22.5	290	1996.10.08.	Chen és t.

Név	q AU	a AU	i °	P év	m	D km	felf. napja	felfedező
1996 TR66	33.169	42.636	12.33	278.4	23.0	190	1996.10.08.	Jewitt és t.
1996 TS66	38.528	44.100	7.35	292.9	22.3	360	1996.10.12.	Jewitt és t.
1997 CQ29	41.076	44.377	2.91	295.6	22.5	310	1997.02.04.	Chen és t.
1997 CR29	41.563	44.792	19.18	299.8	22.5	330	1997.02.03.	Trujillo és t.
1997 CS29	43.470	43.721	2.25	289.1	21.0	590	1997.02.03.	Luu és t.
1997 CT29	42.256	43.580	1.01	287.7	21.2	590	1997.02.02.	Jewitt és t.
1997 CU29	41.871	43.331	1.46	285.2	22.5	370	1997.02.06.	Jewitt és t.
1997 CV29	35.496	43.392	8.06	285.8	22.8	280	1997.02.06.	Chen és t.
1997 CW29		39.38	19.0	247	22.5	340	1997.02.08.	Luu és t.
1997 GA45		43.9	8.3	291	23.7	150	1997.04.03.	Gladman
1997 QH4	41.413	43.018	13.11	282.2	22.5	300	1997.08.27.	Jewitt és t.
1997 QJ4	30.825	39.649	16.51	249.6	22.5	220	1997.08.28.	Luu és t.
1997 RT5	38.598	41.986	12.67	272.1	23.0	280	1997.09.07.	Nicholson és t.
1997 RY6		41.36	12.5	266	23.4	280	1997.09.06.	Green és t.
1997 RX9	40.301	42.628	29.95	268.6	24.0	160	1997.09.07.	Gladman
1997 RL13		44.5	5.7	297	25.8	75	1997.09.05.	Gladman
1997 SZ10		39.59	12.8	249	23.0	150	1997.09.24.	Jewitt
1997 TX8		39.31	9.0	247	22.6	160	1997.10.05.	Helin és t.
1997 UF25		44.9	1.2	301	25.0	95	1997.10.26.	Fletcher és t.
1997 UG25		43.3	0.6	285	24.3	120	1997.10.26.	Fletcher és t.
1998 KY61		46.10	2.0	313	23.3	220	1998.05.29.	Bernstein
1998 KG62		45.01	0.8	302	23.0	340	1998.05.29.	Bernstein
1998 KR65		44.07	1.2	293	23.2	280	1998.05.29.	Bernstein
1998 KS65		44.11	1.2	293	23.5	220	1998.05.29.	Bernstein

A táblázat az 1998 közepéig felfedezett Kuiper-objektumok adatait tartalmazza: q a perihéliumtávolság, a a fél nagytengely, i a pályahajlás, P a keringési idő, m a fényesség a felfedezés időpontjában, D a becsült átmérő, 4%-os albedót feltételezve.

Cikkek,

Cikkek, beszámolók

beszámoló

A csillagászat legújabb eredményei

Clavius napfogyatkozásai, 1560 és 1567

A német jezsuita matematikus és csillagász, CHRISTOPH CLAVIUS, akiről egy nagy holdkráter van elnevezve, és fontos szerepet játszott XII. GERGELY pápa 1582-es naptárreformjában is, élete során két teljes napfogyatkozást is megfigyelhetett, 1560-ban és 1567-ben. Az elsőt Portugáliában, a coimbrai egyetem diákjaként látta, hét évvel később már Rómában, a *Collegio Romano*-ban tanított matematikát. Megfigyeléseit az 1593-ban megjelent *In Sphaeram Ioannis de Sacro Bosco Commentarius* c. könyvében így írja le:

„Két emlékezetes napfogyatkozásra hivatkozom, amelyek az én időmben történtek, tehát nemrég. Az egyiket dél körül figyeltem meg Coimbrában, Luzitániában [Portugália] az 1559-es [sic!] évben, ekkor a Hold a szemem és a Nap közé került, minek következtében eltakarta az egész Napot jelentős ideig. Sötétség volt, bizonyos módon még inkább, mint éjjel, az ember nem látta, hová lép. Az égen megjelentek a csillagok, és (csodálatos volt látni) madarak hullottak le az égből, a szörnyű sötétségtől megrémülve. A másikat Rómában láttam, szintén déltájt, ekkor, bár a Hold a szemem és a Nap közt helyezkedett el, mégsem fedte el a Napot teljesen, mint az előbbi alkalommal, hanem (lehet, hogy ez még sohasem történt ezelőtt) egy nagyon keskeny gyűrű maradt a Napból, amely minden oldalról körülvette a Holdat.”

Clavius e megfigyelései azért értékesek, mert fontos hiányt pótolnak. A Föld forgását kielégítő pontossággal lehet követni i. e. 700 és i. sz. 1450 közt, de ezután a távcső csillagászati alkalmazásáig, másfél évszázadon át nincsenek megbízható fogyatkozás- vagy csillagfedés-megfigyelések, az itt említett kettőtől eltekintve. Különösen értékes a második leírás, mert a körülmények szerencsés összzejátszása folytán elég pontosan meg lehet állapítani a Föld forgásának lassulását.

Bár Clavius csak az éveket említi, a napfogyatkozások könnyen azonosíthatók. Az első esetben egy évet téved, mert Coimbrában 1560. augusztus 21-én volt látható egy, a mostani számítások szerint 3.5 percig tartó teljes napfogyatkozás, amely 1/4 12-kor következett be. A római fogyatkozás éve helyesen van megadva, 1567. április 9-én történt $12^h 10^m$ -kor. Bár Clavius feljegyzései

szerint „...*keskeny gyűrű maradt a Napból, amely minden oldalról körülvette a Holdat*”, a számítások azt mutatják, hogy a Hold látszó átmérője hajszállal (0.25%-kal) meghaladta a Napét, így maximum 14 másodperces teljes fogyatkozás volt látható.

A valóságban azonban a Hold nem pontos kör, éppen a fogyatkozások céljaira minden librációs értékre pontos peremprofilok állnak rendelkezésre. Feltételezve, hogy Clavius intézményében, a Collegio Romanóban tette megfigyelését, az adott időpontra vonatkozó holdperem-profil völgyein keresztül valóban láthatta a Nap néhány kisebb darabkáját, mivel átmérője csak 2".4-cel volt kisebb a Holdénál. Figyelembe véve a megfigyelőhely koordinátáit, és azt, hogy Clavius szimmetrikusnak írja le a gyűrűt, az efemerisidő (ET) és a Föld forgása által meghatározott világidő (UT) közti különbség, a ΔT (l. Nagy Sándor: *A csillagászati időmérés száz éve c. cikkét*) 145 és 165 másodperc közt lehetett 1567-ben. Ez lényegesen pontosabb adat, mint az eddig feltételezett kb. 100 másodperc, és jól illeszkedik a korai távcsöves megfigyelésekhez.

Kálmán Béla

Astronomy and Astrophysics, 1997. június.

Új holland naptávcső

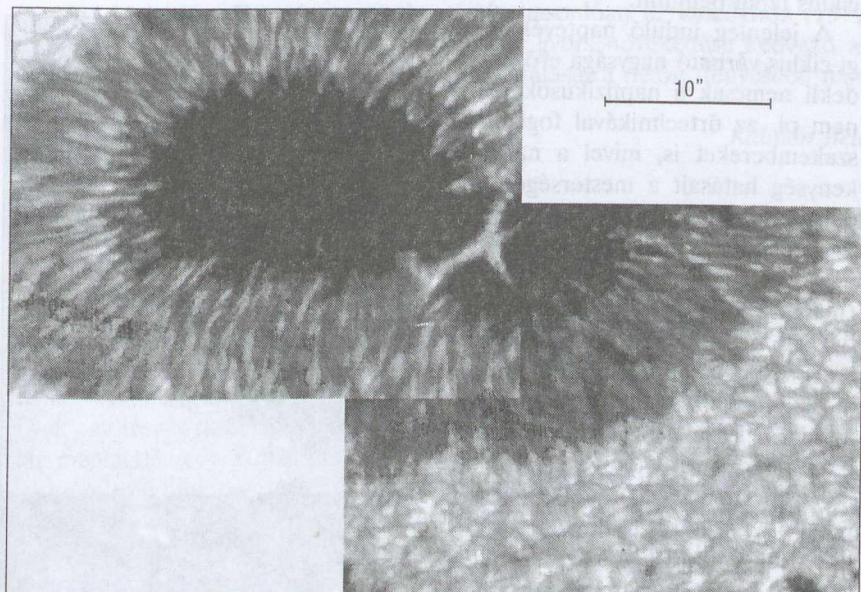
A Kanári-szigeteken új távcsővel bővült a már eddig is jelentős együttes: a hollandok 1997. november 31-én La Palmán, a Roque de los Muchachoson hivatalosan üzembe helyezték a *Holland Nyitott Távcsövet* (Dutch Open Telescope = DOT, B5. színes ábra a hátsó belső borítón).

Ez a hetedik távcső a hegyen, az öt éjszakai (*William Herschel Teleszkóp*, 4.2 m; *Isaac Newton Teleszkóp*, 2.5 m; *Nordic Optical Telescope*, 2.5 m; *Jacobus Kapteyn Teleszkóp*, 1.0 m; *Carlsberg Automatikus Meridiántávcső*, 18 cm) és a *Svéd Vákuum-naptávcső* (Swedish Vacuum Solar Telescope = SVST, 47 cm) mellett. A jelenleg 45 cm-es tükörrel felszerelt DOT különleges „épületben” áll, egy 15 m magas, teljesen nyitott acélcső-szerkezeten. Ennek konstrukciója olyan, hogy a távcsőerkély csak önmagával párhuzamosan mozdulhat el a szél hatására. A szél pedig szükséges, mert a tapasztalatok szerint a stabil passzát-szél idején a legjobb a leképzés. A torony súlya 13 t, könnyebb, mint maga a távcső (16 t), de ellenáll a szélnek és a téli jegesedésnek. A távcső mechanikailag túl van méretezve, úgyhogy 1 m-es tükör is elhelyezhető benne, amivel Európa legnagyobb naptávcsöve lehet. A jelenlegi Cervit főtükör minősége $\lambda/50$, fókusza 2 m, egy vízűtéses, 1.6 mm átmérőjű diafragmára vetíti a Nap képét, ezt a kis részletet nagyítják tovább, a CCD kamera látómezeje 40". A kedvező hely, a földközeli turbulencia fölötti elhelyezés és a nyitott szerkezet

igazolta az elképzeléseket. Az eddigi megfigyelések jól mutatják a Nap fotoszférájának finomszerkezetét, aminek a tanulmányozására a távcsövet építették (1.1. ábra).

Kálmán Béla

<http://fys.ruu.nl/~rutten/spot.html>



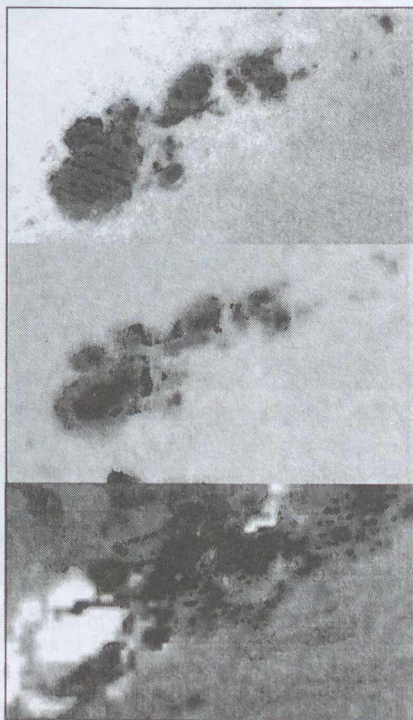
1.1. ábra. Egy jó minőségű kép a DOT megfigyeléseiből

Az új napciklus kezdete és várható nagysága

Az új napciklus már beindult 1997-ben, vége szakadt a hosszú foltmentes időszakoknak, amikor pl. 1996 szeptemberében mindössze öt, októberében pedig csak három napon voltak megfigyelhetők napfoltok. A „hivatalos” minimum 1996 májusára esik, amikor a simított napfolt-relatívszám 8.0-ra esett vissza. Ezt csak kb. egy évvel bekövetkezése után lehet megállapítani, mivel a relatívszám simítása 13 hónapos mozgóátlagolással történik, és meg kell várni a határozott növekedést is. A mozgóátlag következménye, hogy a valóban legkevesebb megfigyelt napfolt 1996 szeptember–októberben volt, de ezt a naptevékenység gyorsan beinduló emelkedése elmosta az átlagolásnál. Azóta már egyre több napfolt figyelhető meg, és az új napciklus első két

komolyabb (*X-kategóriájú*, tehát a földi légkör határán 10^{-4} Wm^{-2} -nél nagyobb röntgenfluxust okozó) flerje is lezajlott 1997. november 4-én és 6-án, egy szabálytalan napfoltcsoportban (1.2. ábra). Mindkettő a Föld környezetében részecskesugárzás-növekedést is okozott, protonok esetében 100 MeV energia felett is, november 7-én közepes geomágneses háborgással. Az új napciklus tehát beindult.

A jelenleg induló naptevékenységi ciklus várható nagysága erősen érdeklő nemcsak a napfizikusokat, hanem pl. az űrtechnikával foglalkozó szakembereket is, mivel a naptevékenység hatásait a mesterséges holdak közvetlenül érzik, az alacsony pályáktól (légköri sűrűsénynövekedés) egészen a geostacionárius pályákig (mágneses viharok idején jelentkező nagyenergiájú elektronok). A napciklus erősen véletlenszerű jellege miatt az előrejelzés legkorábban az előző ciklus leszálló ágában, vagy a minimumban kísérelhető meg. Régebben ismert, hogy a minimum idején fellépő visszatérő földmágneses háborgások gyakorisága összefügg a következő napfoltmaximum nagyságával. (Fizikailag a mágneses háborgásokat a Nap poláris koronalyukaiból induló gyors napszél-nyalábok okozák, amelyek összefüggésben vannak a Nap általános dipólterével, ami viszont a következő napfoltmaximum nagyságát befolyásolja.) A *Solar Physics* 1997. novemberi számában ezt az összefüggést vizsgálták az 1850-től rendelkezésre álló geomágneses *aa* index adatsorai alapján, 12 napciklusra. A cikk szerint az előrejelzés akkor a legpontosabb, ha az *aa* index átlagát vesszük a megfigyelt napfoltminimum idejétől az előző ciklus tartamának 0.3-szorosára visszafelé szá-



1.2. ábra. Az új napciklus első komolyabb flerjét produkáló napfoltcsoport. A felső képen a Napfizikai Obszervatórium észlelése (MAKÓ GYÖRGY felvétele), középen a SOHO MDI fehér fényben készült képe, az alsó kép a SOHO MDI magnetogram, amelyen fehér az északi, fekete a déli polaritás. Megállapítható, hogy a földfelszínről készített, egyébként elég közepes minőségű napfoltkép is jobb, mint az űrben észlelt; és látható a napfoltcsoport mágneses szerkezetének bonyolultsága is

molva. A kapott összefüggés

$$R_i (max) = 6.97 \langle aa \rangle - 10.98,$$

az egyenes korrelációs együtthatója 0.903, tehát elég jó. Ennek alapján a következő napfoltmaximum nagysága $R_i (max) = 158 \pm 18$ lesz, ideje pedig 2000. január ± 14 hónap. Ez elég nagy nak számít, hasonlóan az előzőkhöz (1979. – 164.5; 1989. – 158.5). A naptevékenység gyors növekedése kedvező az 1999.08.11-i magyarországi napfogyatkozás kilátásaira nézve, fényesebb napkorona és több protuberancia várható.

Kálmán Béla

Solar Physics 1997. november.

A SOHO első eredményeiből II.

A *SOHO* napkutató űrszonda, amely 1996 eleje óta figyeli a Napot a Földtől 1.5 millió kilométerre, a Nap felé eső librációs pont környezetében, továbbra is jó minőségű adatok özönével árasztja el a kutatókat. Az első eredmények egy részének összefoglalása a *Csillagászati évkönyv 1998.* 126–128. oldalán megtalálható, a *SOHO* műszereinek elnevezésével és rövid leírásával, amit itt nem ismételünk meg. 1997 második felében megjelent a *Solar Physics* újabb kötete, amely a folytatást tartalmazta. Ez háromszor akkora anyag (600 oldal), közel kétszáz szerző 31 cikke CD-ROM melléklettel, ezért csak nagyon távirati stílusban lehet összefoglalni.

A helioszeizmológiai mérések igazolták a várakozást, rendkívül kis háttérzajjal sikerült mérni a Nap rezgéseit. A *GOLF* első 8 hónapi méréseiből sokkal tisztábban lehetett meghatározni a 10^{-5} – 10^{-3} Hz közti frekvenciatartományba eső rezgési módusokat, azok frekvenciáit. Új feldolgozási módszereket is kidolgoztak, amelyekkel a rezgések véletlenszerű gerjesztése figyelembe vehető. A Nap belső szerkezetének modelljei így már ezrelékes pontossággal hasonlíthatók össze a megfigyelésekkel. A Nap magjának környezetére vonatkozó adatokat a *g*-módusú rezgések adnák, de ezeket még nem sikerült azonosítani.

A *GOLF* 0–5 közé eső *l* módusai mellett az *MDI* a 0–300 közötti *l* módusokat mérte. A CD-ROM-on több mint 7000 módus frekvenciája van pontosan megadva. Ezzel a hangsebesség változásának menete határozható meg a Nap belsejében. A három helioszeizmológiai műszer (*GOLF*, *VIRGO*, *MDI*) eredményei nagyon jól egyeznek, az eltéréseket is meg lehet magyarázni az aszimmetrikus vonalprofillal. Az *MDI* magnetogramjain nyomon követhető volt a fotoszferikus háttér-mágneses terek fejlődése (a naptevékenység csekély

volt), kimutatható volt a jellemző véletlenszerű keveredés, töredezés, ütközések.

A SUMER szisztematikus, 5 km/s sebességnek megfelelő vöröseltolódást mutatott ki a kromoszféra–korona közti átmeneti zóna ionjainak színképvonalainál a 10^4 – 10^6 K közti hőmérsékleteknél. Hasonlót a *Procyon* színképében is találtak.



1.3. ábra. A SOHO EIT műszerével készült képek egy protuberanciáról.

A He II kép 80 000 K hőmérsékletnek felel meg, a kromoszféra anyagát mutatja. Az Fe X kép 1 300 000 K, már a korona hőmérséklete, ennél is forróbb részeket mutat a Fe XII (1 600 000 K) és a Fe XV (2 000 000 K), az utóbbin már csak a protuberanciát körülvevő koronaképződmény látható

A CDS a napkoronában villanásokat (blinkers) talált: kisebb, néhány ezer km átmérőjű területek kb. 10 percig tartó, 2–3-szoros felfénylését. Ezek nagyon gyakoriak, egyszerre több mint 3000 lehet belőlük, de mivel energiájuk egy átlagos flarnek csak milliomod része, nem lehetnek jelentősek a napkorona fűtése szempontjából. Szintén a CDS nagyon különböző hőmérsékletű tartományokat talált egymás mellett a korona napfoltcsoportok feletti részein. Érdekes módon, a frissen felbukkanó, fényesebb koronahurkokban a Mg/Ne arány közelebb áll a fotoszférához, mint a koronához.

Az EIT kiváló képeket készített a kromoszféra–átmeneti zóna–korona alakzatairól és azok változásairól (1.3. ábra).

Különösen jó eredményeket adtak a komplex vizsgálatok, amelyekben több műszerrel is követték egyes események lefolyását. 1996. május 1-jén protuberancia-erupció és korona-kitörés (CME) történt. Érdekes, hogy a CME hamarabb indul, mint a protuberancia, tehát a mágneses tér szerkezete destabilizálódik, és az engedi el a protuberanciát. E mellett szól az is, hogy nem melegedett fel az anyag, csak mozgások voltak. A napkorona sarki szálainak vizsgálatánál kiderült, hogy a szálak unipoláris mágneses régiókból indulnak, de a napszél a szálak közti sötétebb tartományban ered.

A *LASCO* segítségével több korona-kitörést sikerült követni a Naptól nagy távolságokig, ezek mozgása kifelé haladva gyorsult.

Kálmán Béla

Solar Physics, 1997. október.

Áramlások a napfoltokban

A napfoltok penumbrái a Nap fotoszférájának legkevésbé értett, ezért a napfizikusok számára felettébb érdekes képződményei. Szálas szerkezetükben (1.1. ábra) eltérő a mágneses tér felülettel bezárt szöge, a világosabb szálakban meredekebb, a sötétebben párhuzamosabb a felszínnel. A szálak élettartama kb. egy—másfél óra. Feltételezik, hogy a felszínre merőleges, erős, a konvekciót leállító mágneses terű umbra és a mágneses tértől mentes fotoszféra turbulens konvekciója közt a penumbrában valamilyen deformált konvekció, pl. a mágneses erővonal-kötegek sugárirányú ingadozása folyik, ez magyarázná az umbra és a fotoszféra közti hőmérséklet-különbséget. A térbeli szerkezet felderítését nehezíti, hogy csak a fotoszféra néhány száz kilométer vastagságú rétegéből tudunk információt kapni az ott képződő színeképvonalak révén, a mélyebb szerkezet ismeretlen marad.

A penumbra fontos jellemzője a felfedezőjéről elnevezett *Evershed-áramlás*: a színeképvonalak Doppler-eltolódásából megállapítható látóirányú sebességek vizsgálatából kiderült, hogy a penumbrában az anyag sugárirányban, néhány km/s sebességgel, nagyjából a felülettel párhuzamosan kifelé áramlik. Ez az áramlás a folt határán aztán hirtelen megszűnik. A fotoszféra anyagának jó vezetőképesége miatt azonban az anyag csak a mágneses erővonalak mentén mozoghat, így a mágneses tér és a mozgások térbeli szerkezetének meghatározása elősegítheti a penumbra megértését.

Ezt próbálták meg C. WESTENDORP PLAZA és kollégái a *Sacramento Peak*-i vákuumtávcsőre szerelt polariméterrel. A mágnesesen érzékeny színeképvonalak profilját és polarizációját olyan részletességgel mérték ki és dolgozták fel, hogy a mágneses tér és a sebesség mélységi változásait is ki tudták mutatni. Eredményeik szerint az Evershed-mozgás valóban a mágneses erővonalak mentén történik, de a sötét szálakban a „laposabb” mágneses tér a penumbra külső határán visszabújik a fotoszféra alá, a világosabb szálakban a meredekebb mágneses tér a gázáramlást a kromoszférába vezeti. Az Evershed-mozgás megszűnése a penumbra külső határán eszerint azt jelenti, hogy a mozgás kikerül a megfigyelt rétegből, az alá vagy fölé. Az áramlás okának felderítésére azonban még nagyobb térbeli felbontású megfigyelések szükségesek, mind a felülettel párhuzamosan, mind arra merőlegesen.

Az előző mérést egészíti ki a tajvani *Helioszeizmológiai Megfigyelő-hálózat* (Taiwan Oscillation Network = TON) kutatóinak vizsgálata, akik egy napfolt környezetében határozták meg a fotoszféra alatti mozgásokat. (Az alkalmazott módszer a *Csillagászati évkönyv 1997.* 129. oldalán olvasható.) A mérések szerint a fotoszféra alatti rétegekben a nagy, öreg napfoltból 40–80 m/s sebességű kiáramlás volt tapasztalható.

Kálmán Béla

Nature 1997. szeptember; *Solar Physics* 1997. november.

Nap-neutrínó periódusok

A híres *Davis-kísérlet* már évtizedek óta zajlik a Homestake sóbánya mélyén. A Napból jövő neutrínók az itt elhelyezett tartályban havonta néhány $^{37}\text{Cl} \rightarrow ^{37}\text{Ar}$ átalakulást eredményeznek. Ennek megfelelően a kiolvasás is csak évente 3–4 alkalommal történik. Érdekes, hogy – a hosszú mérési sorozat eredményeképpen – az adatokból mégiscsak kimutatható volt egy szignifikáns, 28.4 napos, továbbá még egy 157 és egy 780 napos periódus. A korábban (l. *Csillagászati évkönyv 1996.* 125. o.) megtalálni vélt 11 éves periódusról viszont kimutatták, hogy mégsem létezik. A 28.4 napos periódus feltehetőleg a Nap belsejének forgási periódusa. A dolog elméletileg is rendben van, amennyiben a neutrínónak mágneses momentuma (és ezáltal tömege is) van, ugyanis feltehetőleg így forog a Nap belső mágneses tere. Hogy a neutrínónak van nyugalmi tömege, arra egyéb jelek is utalnak.

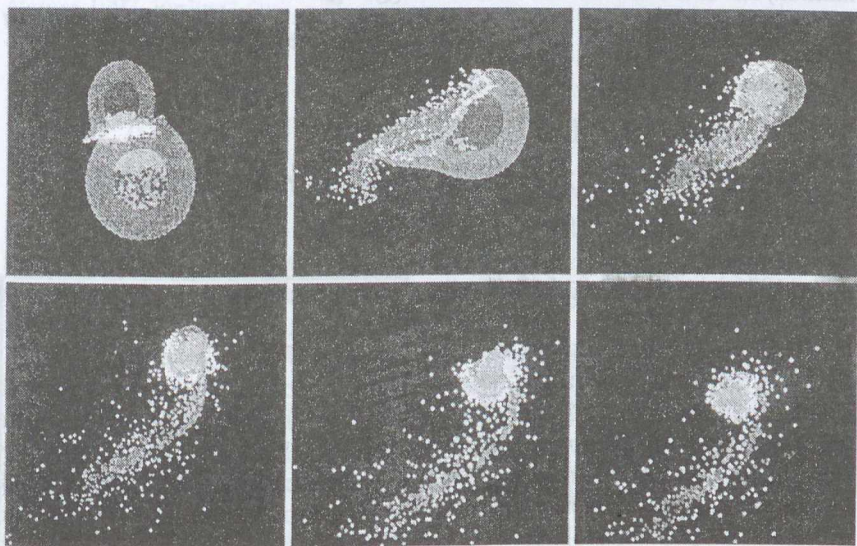
Patkós László

A Hold ütközéses keletkezése

A Hold a Naprendszer legkülönlegesebb égitestjeinek egyike. Sokkal nagyobb bolygójához képest, mint általában a holdak, nagyon száraz, kevés benne a víz, és ennek következtében sokkal kisebb a sűrűsége, mint amit egy belső-naprendszerbeli testtől várnánk.

Sok elmélet született már a Hold keletkezésének megmagyarázására, de egyik sem volt tökéletes. Úgy látszott, hogy az 1975 körül felvetett „óriás ütközés” hipotézis elég sok mindenről számot tud adni, így 1984 környékére már általánosan elfogadottá vált. Eszerint egy Mars méretű, differenciálódott test ütközött a Földnek még kialakulásának nagyon korai, de már differenciálódott szakaszában. A súroló ütközés következtében a két test köpenye lefröccsent, és szilikátcseppecskék milliárdjait állította Föld körüli pályára. E cseppecskék-

ből nagyon rövid idő alatt — a számítások szerint kevesebb, mint egy év alatt — állt össze a Hold, az ütköző test magja pedig mintegy egy nap alatt a Föld megmaradt anyagával egyesült. Ezzel érthetővé vált a Föld nagyobb és a Hold kisebb átlagsűrűsége, a Hold szegénysége illó anyagokban és vasban, és a Föld és a Hold izotóp-összetételének nagy hasonlósága, hiszen a Hold is és a Föld felső köpenye is a két test kevert köpenyanyagából jött létre.



1.4. ábra. A Hold ütközéses kialakulásának számítógépes szimulációja. Az események időrendben balról jobbra és fentről lefelé következnek. Az Ősföld körüli részecskék alkotják majd a Holdat

Az esemény legújabb részletes számítógépes szimulációja azt mutatja, hogy valóban kialakulhatott egy Hold méretű kísérő egy ilyen szilikátfelhőből, bár a létrejött korong anyagának az a része, amely a Roche-határ közelében vagy azon belül mozgott, nem használódhatott fel a felépítéséhez. Más szavakkal a Hold keletkezése egy ilyen korongból nem nagy hatásfokú folyamat. Hogy mégis sikerüljön létrehozni a Holdat, ahhoz a korábban gondoltnál több, nagyobb távolságra jutó anyagot kell feltételezni. A becsapódó testnek tehát nagyobbak kell lennie, legalább két marstömegnyinek, és a Föld–Hold rendszer a mostani impulzusmomentumának néhányszorosával kellett rendelkeznie a folyamat végén.

Ez a követelmény komoly gondokat okoz. Egyrészt milyen folyamat révén csökkent le ez a nagy impulzusmomentum? (Ha az ütközés előtt a Föld na-

gyon gyorsan forgott, és ezt lassította le az ütközés, akkor ez segíthet a magyarázatnál.) Másrészt a szimulációk azt mutatják, hogy a bolygókeletkezés időszakában Föld méretű bolygók könnyen ütközni tudnak Mars méretű testekkel olyannyira, hogy a Föld méretű testek 0.1%-a szenvedhetett el ilyen nem-centrális ütközést. Tehát a Hold-szerű kísérők Föld-szerű bolygók körül elég gyakoriak lehetnek. De ha két marstömegnyi becsapódó test kell a folyamathoz, akkor a Föld–Hold rendszer eléggé egyedi.

Illés Erzsébet

Nature 1997. szeptember; *Icarus* 1997. március;

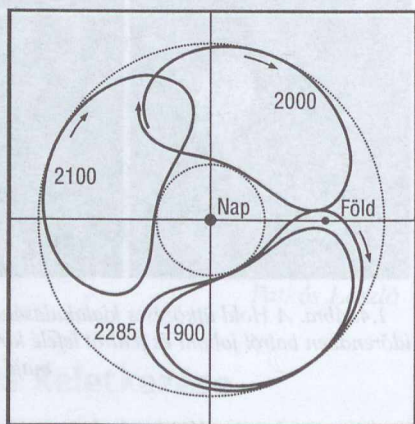
Astronomy 1998. január.

Az 1986 TO: a Föld második természetes kísérője

Az 1986. október 10-én felfedezett 1986 TO jelű kisbolygó, amely azóta a 3753-as sorszámot kapta, de elnevezést még mindig nem, különösen érdekes pályán mozog. Pályájának fél nagytengelye 1 AU, keringési periódusa pedig 1 év körül van, a Naphoz legközelebb majdnem eléri a Merkúr pályáját, a Naptól legtávolabb pedig a Mars pályán is túl jár. Olyan kisbolygóból, amely a földpályán belülre kerül (*Apollo-típusú kisbolygók*) több tucat is létezik, emiatt nem lenne érdekes az 1986 TO. Pályának mégis van egy különlegessége.

Ha a Naphoz és a körülötte keringő Földhöz kötött koordináta-rendszerben nézzük a kisbolygó pályáját, akkor az meglepően szabályos „vese” alakú, amely együtt mozog a Földdel a Nap körül (1.6. ábra).

A pálya azonban nem teljesen állandó. A helyzetet bonyolítja, hogy az 1986 TO pályájának nagy az excentricitása ($e = 0.515$) és a pályahajlása ($i = 20^\circ$), aminek következtében a Föld gravitációs zavaró hatására a pálya egyrészt lassan eltolódik, és 770 éves periódussal kerül vissza ugyanabban



1.6. ábra. Az 1986 TO kisbolygó pályája egy olyan koordináta-rendszerben, amelyet a Föld és Nap nyugvónak látszik. Ebben a rendszerben a kisbolygó olyan, vese alakú pályán mozog, amelynek helyzete időben változik

a helyzetbe, másrészt a fél nagytengely 1 AU körül, a pálya periódusa pedig 1 év körül oszcillál. Nem egy második természetes holdat találtunk tehát a Föld körül, hanem az 1986 TO egy dinamikailag kötött kísérője a Földnek — hasonlóan ahhoz, ahogy a Szaturnusz két holdja, a Janus és az Epimetheus mozog egymáshoz képest 1:1 rezonanciában.

Illés Erzsébet

Nature 1997. június;

Sky and Telescope 1997. december.

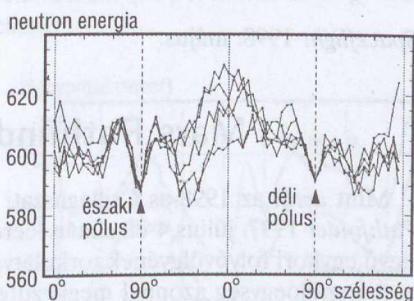
A Lunar Prospector és a Hold jege

A Lunar Prospector 1998. január 6-án startolt és január 11-én állt Hold körüli pályára. Az első időszakban a poláris pálya felszín feletti magassága 100 km volt. Műszerei a következők: magnetométer, alfarészecske-spektrométer, neutron-spektrométer, elektron-reflektométer és gamma-spektrométer.

1998.03.05-én a NASA sajtótájékoztatón jelentette be, hogy a neutron-spektrométer mérései segítségével vízjeget találtak a Hold északi és déli pólusainak környékén. A neutron-spektrométer a kozmikus sugárzás által a Hold talajából kilökött neutronokat regisztrálja. Ezek közül azok, amelyek közvetlenül kijutnak a világűrbe, gyorsabb neutronokként jelentkeznek; míg azok, amelyek a Hold talajában a velük azonos nagyságú protonokkal ütköznek, lényegesen lelassulnak. A protonok jelenléte a talajban hidrogénre, illetve gyakorlatilag vízmolekulákra utal.

Ezek szerint, amikor a pólusok fölött elrepülő Lunar Prospector neutron-spektrométere rendszeresen többletet mért a lassú neutronokból (és ennek megfelelően csökkent a gyorsabb neutronok száma) akkor tulajdonképpen felfedezte a Hold talajában rejlő vizet.

Noha a *Clementine* holdszonda radarmérései már 1994-ben vízjeget jeleztek a Hold déli pólusán a kráterek örökké árnyékban lévő belsejében (l. *Csillagászati évkönyv* 1998), azt azonban senki sem várta, hogy az északi pólus környé-



1.5. ábra. A Lunar Prospector neutron-spektrométerének mérései. Jól látszik a déli és északi pólus környékén a neutronenergiák csökkenése, amely egyértelműen mutatja a vízjég jelenlétét

ke még több vízjeget tartalmaz. A Lunar Prospector neutron-spektrométere azonban mind az északi, mind a déli pólus fölött elrepülve a közepes energiájú neutronok számának éles csökkenését tapasztalta, sőt az északi pólusnál 3.4%, míg a délinél csak 2.2% volt a csökkenés (1.5. ábra). Ez azt jelenti, hogy az északi pólusnál kétszer akkora a vízjég mennyisége.

A jég feltehetőleg nem alkot összefüggő réteget, hanem kis kristályok formájában van jelen a talajban: az északi pólusnál 10-50 ezer km^2 -en, a délin 5-20 ezer km^2 -en. A vízjég össztömege a Holdon 10 és 330 millió tonna között lehet.

A program befejező részében a Lunar Prospectort alacsonyabb pályára állítják majd, hogy 10 km magasságból nagyobb felbontású méréseket hajthasson végre. A gamma-spektrométer méréseiből a talaj összetételére és szerkezetére kívánnak következtetni.

A Lunar Prospector mozgásának követése segít a Hold gravitációs terének feltérképezésében. Az eddigi adatokból sikerült elkészíteni a Hold részletes gravitációs térképét. Új eredmény két további *mascon* (betemetett tömegkoncentráció) felfedezése a Hold innenső oldalán.

Almár Iván

Spaceflight 1998. május.

Mars Pathfinder eredmények

Mint arról az 1998-as Csillagászati évkönyvben már beszámoltunk, a *Mars Pathfinder* 1997. július 4-én simán leereszkedett célpontjára, a *Mars Ares Vallis* nevű egykori folyóvölgyének torkolatvidékére. A később *Carl Sagan*-ról elnevezett leszállóegység azonnal megkezdte működését, és legördült róla a *Sojourner* nevű kisméretű, hatkerekű marsjáró, amely a környezet aktív felderítését és a talaj, illetve egyes kiválasztott kődarabok kémiai elemzését végezte. A képek és mérési adatok továbbítása — valószínűleg a fokozódó hideg miatt — 1997. szeptember 27-én szakadt meg, és bár a NASA tovább kísérletezett a kapcsolat helyreállításával, október 7. után már semmiféle értékelhető jelzés nem érkezett a Mars felszínéről. A NASA november 4-én jelentette be a program befejezését.

A Mars Pathfinder program keretében három hónap alatt imponáló mennyiségű adat gyűlt össze. A Sagan-állomás 16 500, a marsjáró több mint 550 képet készített. A meteorológiai műszerek 8,5 millió mérést hajtottak végre. A Sojourner kisautó 200 m^2 területen belül 16 kémiai elemzést végzett, ezek közül kilencet öt kiválasztott szikladarabon. A Mars Pathfinder leszállá-

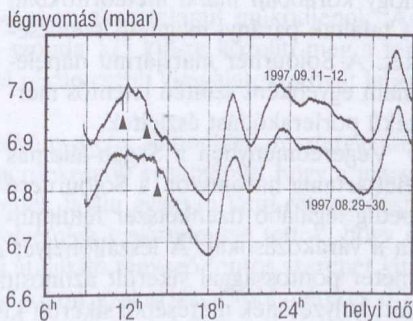
sa világszerte példátlan érdeklődést váltott ki, a NASA internetes honlapját július 8-án 47 millióan keresték fel!

A fő eredmények a Mars morfológiájára, geológiájára és meteorológiájára vonatkoznak. A Sagan állomás tartórúdján magasra emelt fotókamera sztereo képpárjai segítségével a környező sziklák méretét, távolságát és alakját lehetett meghatározni. A viszonylag pormentes síkságon talált, lekerekített alakú kövek arról tanúskodtak, hogy ezeket egykor víz görgethette. Egyes szikladarabok összetett szerkezete is arra utal, hogy kialakulásukban valamikor folyóvíz is szerepet játszhatott. A szikladarabok között vannak lyukas, réteges és feltehetőleg vulkanikus eredetűek is. Egyes kövek szélfúttá homokszemcsék marási nyomait mutatják. A kövek színe is sokat elárul szerkezetükről, a vöröses kövek mutatják leginkább a légköri koptatás hatását. Meglepetést keltett a homokdűnék felfedezése, ilyeneket korábban a Marson még nem láttak.

A kamerák felvételei légköri vizsgálatokra is alkalmasak voltak, hajnalban például a képeken rendszeresen felhők látszottak; ezek anyaga feltehetőleg vízjég. Magasságuk mintegy 16 km lehet. Érdekes jelenség a portölcsérek („minitornádók”) megjelenése, ezek közül tízet láttak a látóhatáron, egy pedig valószínűleg átszáguldott a Sagan-állomáson. (A portölcséreket egy diák fedezte fel az internetről letöltött képeken.)

Geológiai szempontból a Sojourner kémiai elemzései voltak a legfontosabbak. Első alkalommal nyílt lehetőség kiválasztott szikladarabok összetételének vizsgálatára a Marson. Az eredmény szerint, bár a talaj összetétele szinte azonos azzal, amit korábban a két Viking-szonda állapított meg (vagyis a szél hordta por alighanem egységessé teszi a talajt az egész bolygón), a szikladarabok esetében már más a helyzet. Eszerint a talaj nem származhat egyszerűen a helyszínen található sziklák elporladásából. A kvarc legalább 55%-ban van jelen a kövekben, ami a földi szárazföldek anyagához hasonlít. Az öt megvizsgált szikladarab közül a *Barnacle Bill* nevűnél találtak jelentősen eltérő összetételt, valószínűleg vulkáni eredetű andezit alkotja.

A meteorológiai vizsgálatok eredményei két csoportra oszthatók. Leszállás közben a műszerek mérték a Mars felsőlégkörének pillanatnyi paramétereit. Az eredményt a leszálló Vikingek megfelelő méréseivel összehasonlították



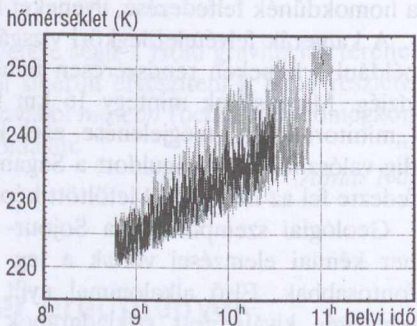
1.7. ábra. A Mars légnymásának változása két marsi nap során. A nyilak egy-egy portölcséért mutatnak

kiderült, hogy a Pathfinder 60–80 km magasságban a légkört lényegesen hidegebbnek találta, míg kisebb magasságokon jó az egyezés. Hozzá kell tenni, hogy a Pathfinder mérései az éjszakai légkörre vonatkoznak. A talajra leérve a Sagan-állomás érzékeny meteorológiai műszerei talajközelsben (1 m magasságig) folyamatosan regisztrálták a légkör hőmérsékletét, nyomását, valamint a szél irányát és sebességét. A légnyomás 6.7 és 7.2 mbar között ingadozott, naponta délután 6^h körül volt minimális (1.7. ábra).

A szél iránya az óramutató járásával ellentétes irányban egy nap alatt körbefordult; sebessége 6–8 m/s körüli. Az 1.7. ábrán a nyilak egy-egy portölcsér áthaladását mutatják. A hőmérséklet délben elérhette a maximális 270 K értéket, de reggel 6^h körül 200 K-ig süllyedt (1.8. ábra).

Fontos információkat szolgáltatott a Dániában készített és a leszállóegységen elhelyezett mágneses detektor is. A mágnes erősségével arányos volt a ráülepedett por mennyisége jelezve, hogy a marsi por mágneses kristályokat tartalmaz. Ezek mérete 1 μm körüli. Érdekes megemlíteni, hogy korábban marsi meteoritokban is találtak parányi magnetit szemcséket. A Sojourner marsjármű napelemein egyébként szintén jelentős mértékű porlerakódást észleltek.

Végeredményben a Sagan-állomás élettartama háromszor, a Sojourneré pedig legalább tizenkétszer felülmúlta a várakozásokat. A leszállóhelyet a környező hegyek alapján néhány száz méter pontossággal sikerült azonosítani. A Sagan-állomás Földhöz viszonyított helyzetének méréséből sikerült kiszámítani a Mars pontos tengelyforgását és precesszióját, és ezek alapján tehetetlenségi nyomatékát is — utóbbi 1300–2000 km-es fémmag léteire utal a bolygó belsejében.



1.8. ábra. A Mars felszíni hőmérséklete az idő függvényében a Mars Pathfinder leszállóhelyén

Almár Iván

Sterne und Weltraum, 1998. január;
EGS konferencia anyagok, 1998. április.

A Mars Global Surveyor első eredményei

Az 1993-ban szerencsétlenül járt *Mars Observer* tartalékműszereivel a fedélzetén az amerikai *Mars Global Surveyor* (MGS) űrszonda 1996 novemberében indult útnak a vörös bolygó felé. Közvetlenül indítás után kiderült, hogy egyik napelemtábláját nem sikerült teljesen kinyitni, ami később, a Mars körüli pálya kialakítása során, problémákat okozott. 1997. szeptember 11-én a hajtóművek 20 perces működtetésével sikerült az űrszondát igen elnyúlt, Mars körüli pályára állítani. A tervek szerint a marsközelpont körüli viszonylag sűrű légkör fékező hatásának kellett volna – a pálya marstávopontját folyamatosan közelítve a felszínhez – a pályát a feltérképezéshez kijelölt körpályává alakítania. A légellenállás hatása elsősorban a nagy felületű napelemtáblákra érvényesül, de október elején a sérült tábla túlhajlott a szélső helyzetén, ami azzal a veszéllyel járt, hogy letörik. Ezért a marsközelpontot 175 km-re megemelve 1998 tavaszán a fékezési manővert hat hónapra leállították. Az új program szerint a további fékezés során a napelemtáblákra ható erő a korábbi érték harmada lehet csak, s így több mint 900 keringés kell majd ahhoz, hogy a felszíni térképezéshez szükséges 378 km magas napszinkron körpálya létrejöjjön.

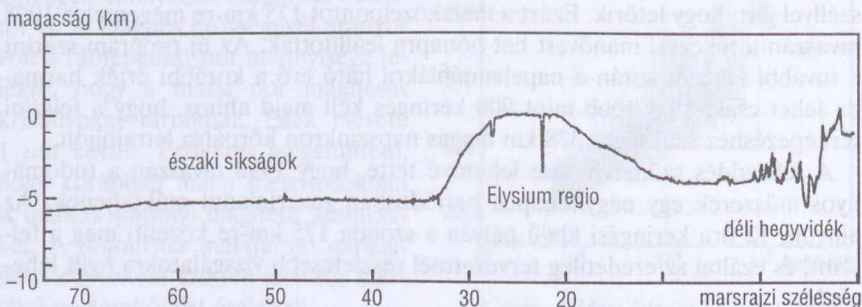
A fékezés szüneteltetése lehetővé tette, hogy 1998 tavaszán a tudományos műszerek egy négyhónapos periódusban zavartalanul működjenek. Az elnyúlt, 12 óra keringési idejű pályán a szonda 175 km-re közelíti meg a felszínt, és ezáltal az eredetileg tervezettnél részletesebb vizsgálatokra nyílt lehetőség.

A *Mars Orbiter Camera* (MOC) alig néhány méter felbontású, részletgazdag képeket készített a felszínről. Eddigi legérdekesebb eredménye, hogy a marsbeli kanyonok, völgyek és kráterek meredek falain gyakran látni rétegződést, ami esetleg üledékképződésre utal. A felvételek egyértelművé tették, hogy a szél mint eróziót okozó és a kőzeteket is átalakító tényező fontos szerepet játszott a marsfelszín történetében. A síkságokon gyakoriak a többméteres dűnék, illetve a szélhordta por különféle alakú lerakódásai. Rétegződést találtak a sarki sapkákban is, a rétegek vastagsága néhányszor tíz méteres. A déli sapka olvadása jól megfigyelhető volt a késő tavaszi melegedés miatt; a jég alól szintén rétegek és gerincek bukkantak elő. 1998. április 5-én sikerült közelről lefényképezni a *Cydonia* régióban található „arcot”, amelynek eredete annak idején nagy vitát váltott ki a világsajtóban. A korábbi Viking-felvételeknél tízszer nagyobb felbontású képeken látható hegy már alig emlékeztet emberi arcra, sokkal inkább természetes alakzatnak tűnik.

Az MGS fedélzetén lévő lézer-altimétert csak 800 km-nél kisebb magasságból lehetett működtetni. Feladata a felszín magassági profiljainak megrajzolása. A mérések szerint a Mars nagy északi síksága egyenletesen sima, talán egy

egykori óceán aljzata, amelyet elkerültek a becsapódások és a tektonikus mozgások. Ugyanakkor az *Elysium regio* és a déli hegyvidék kis távolságokon belül is nagy magassági eltéréseket mutat (1.9. ábra). Az altiméteres mérésekből az is kiderült, hogy a Viking-adatok alapján elkészített korábbi Mars-térképek 10–15 km-es szisztematikus hibát tartalmaznak.

Ami a Mars légkörét illeti, az űreszközön elhelyezett *akcelerométer* (gyorsulásmérő) minden alkalommal, amikor az űrszonda fékezés céljából bement a légkörbe, meghatározta a termoszféra sűrűsége, hőmérsékleti és nyomásprofilját 110 és 170 km között. Érdekes, hogy amikor 1997 novemberében porvihar volt a déli félgömbön, a légsűrűség lényegesen megnőtt az északi félgömb fölött is. Ellentétben a húsz évvel korábban tapasztaltakkal, ez a mostani porvihar regionális jelenség maradt, vagyis nem terjedt ki az egész bolygóra. Sikert mutatni a felszín által keltett *planetáris hullámokat* a légkörben.



1.9. ábra. A Mars magassági profija a lézer-altiméteres mérések alapján

Igen fontos méréseket végzett az MGS magnetométere is. A Mars általános mágneses terét ugyan ezúttal sem sikerült felfedezni, de egy ősi, viszonylag erős dipóltér nyomaira bukkantak felszíni mágneses anomáliák formájában. A mért legnagyobb térerősség 400 nT volt, ami a hasonló magasságban mért földi térerősség 1.3%-a. A néhány száz km kiterjedésű mágneses anomáliák közül 8-9-et fedeztek fel; ilyen erős anomáliák sem a Földön, sem a Holdon nincsenek. A felfedezés jelentősége abban áll, hogy egy a jelenlegi földi mágneses tér 10%-át meghaladó erősségű, ősi mágneses tér létezésére utal a Mars — ezt, akárcsak a földit, belső dinamó generálhatta.

A tervek szerint az MGS 1998 szeptemberében kezdi meg újra a fékezést, majd 1999 februárjában áll az eredeti tervekhez képest ellentétes irányú kör-

pályára a térképezés céljából, amit 1999 decemberéig, a *Mars Surveyor* '98 szondák megérkezéséig végez majd.

Almár Iván

Science 1998. március; *Spaceflight* 1998. június;
Sky and Telescope 1997. november, 1998. január.

A kén-dioxid az ősi Mars „ózonja”?

A Mars nagy folyóvölgyei és folyóvölgy-rendszerei azt mutatják, hogy a Mars felszíne melegebb és nedvesebb volt a távoli múltban, mint jelenleg. A Vénusz példája nyomán sokan arra hivatkoznak, hogy régebben a nagyobb sűrűségű szén-dioxid (CO_2) légkör üvegházhatással melegen tarthatta a Mars felszínét, így a hőmérséklet tartósan a víz olvadáspontja fölött lehetett. Amikor azonban a CO_2 kondenzációját is figyelembe vevő légköri modellt készítettek, kiderült, hogy a CO_2 önmagában nem lehetett elegendő a felszín kellő mértékű felmelegítéséhez.

Az *SNC meteoritok* mai tudásunk szerint a Marsról származnak. Ezek vizsgálata során a kutatók azt találták, hogy bennük sokkal nagyobb a kén és bizonyos kloridok koncentrációja, mint a földi kőzetekben. Ez azt jelentheti, hogy a marsi vulkánok sokkal több kén-dioxidot (SO_2) bocsátottak ki, mint földi társaik. Az SO_2 a közeli ultraibolyában erősen abszorbeál. A kis mennyiségű SO_2 ugyan elhanyagolható hatást fejthetett ki a felszín hőmérsékletére, azonban a korai Mars középső légkörének hőmérsékletét a földi ózonhoz hasonlóan lényegesen megemelhette. Ha ez a légköri réteg elég meleg maradt ahhoz, hogy megakadályozza a CO_2 kicsapódását, akkor már elegendő a CO_2 hatása ahhoz, hogy olyan magasra emelje a hőmérsékletet, hogy a víz tartósan folyékonyan maradjon. A modellszámítások azt mutatják, hogy egy 2 bar nyomású CO_2 -légkör középső részén ha csak minden tízmilliomodik molekula SO_2 , az mintegy 10 fokkal emelhette meg a hőmérsékletet. Ennyi SO_2 a földi ózonhoz hasonlóan ultraibolya-pajzsot is képezhetett a feltételezett marsi bioszféra számára.

Illés Erzsébet

Icarus 1997. november.

A hidrogén nagy nyomáson

1935-ben WIGNER JENŐ elméleti fizikai megfontolások alapján vetette fel, hogy a hidrogén fémessé válhat nagy nyomáson. Az akkoriban elvégzett szá-

mítások szerint ez a fázisátmenet akár már néhány százezer atmoszféra nyomáson is bekövetkezhet. Az azóta eltelt évtizedek során az ilyen nyomások laboratóriumban előállíthatóvá váltak, a fázisátmenet megfigyelése azonban nem sikerült. Az elméleti modellek is finomodtak mind a molekuláris, mind a fémesnek feltételezett hidrogén viselkedéséről, s ez alapján ma 3.6 millió atmoszférára ($3.6 \cdot 10^{11}$ P) becsülik a fázisátmenet kritikus nyomását. A fémes hidrogén iránt a fizikusokon kívül a csillagászok is érdeklődnek, mert ez a fém alkothatja esetleg a *Jupiter* belsejét. Különbözik a fémes hidrogén az elméleti számítások szerint szobahőmérsékleten szupravezető lehet, s emellett igen tömény energiatároló, úgyhogy ha létezik, számos földi alkalmazás is várna rá.

A fémes fázis úgy alakulna ki, hogy az egymás közelébe nyomott hidrogénmolekulák között az összenyomott gázban nagy belső energiát adó taszítás várható, viszont ha a molekulák fémes kristályrácsba (ionrácsba) rendeződnek, a belső energia jóval kisebb, ezért a fázis kialakulása várható. A laboratóriumokban a millió atmoszférás nyomás manapság már olyan hosszú időre is elérhető, hogy tanulmányozni lehet az összenyomott anyag fizikai tulajdonságait.

A hidrogén kísérleti tanulmányozása $T < 230$ K hőmérsékleten, $p \leq 2 \cdot 10^6$ atmoszféra nyomáson arra a meglepő eredményre vezetett, hogy a szilárd H_2 szigetelő marad még akkora sűrűségeken is, amelyeken benne az elektronsűrűség már elérte a fémes alumínium elektronsűrűségének háromszorosát. Nem alakul ki tehát a várt fémes kristályrács. A mérések szerint viszont fellépett egy az elméleti számításokból nem várt polarizáció, amit azal sikerült utólag megmagyarázni, hogy az összenyomás során a H_2 molekula elektromos dipóllá alakult, vagyis nem ionráccsá rendeződik át, hanem protoniumhidriddé (H^+H^-) alakul, aminek nincs vezetési sávja, ezért nem fém. A *Jupiter* belsejében tehát nem várható fémes mag, hanem a hidrogén valamiféle szilárd, szigetelő fázisa. Emiatt például a *Jupiter* mágneses terének magyarázata magneto-hidrodinamikai dinamó-moddal valószínűtlen.

Barcza Szabolcs

Nature 1997. augusztus.

Galileo eredmények II.

Az 1989. november 18-án indított *Galileo-űrszonda* 1995. decemberében érkezett a *Jupiter*hez. Eredeti, két évre szóló programját nagy sikerrel teljesítette (az eredményekről l. *Csillagászati évkönyv* 1998), és miután működőképes maradt, a legérdekesebbnek bizonyult Európát jelölték az 1997. december 8-án kezdődő kiegészítő program fő célpontjának. Ennek során nyolc Europa-

megközelítést terveztek, majd pedig négy Callisto-megközelítéssel érik el, hogy a szonda pályája az Ióéhoz közel haladva ez utóbbiról készíthessen nagyfelbontású képeket legalább egy, de ha lehet, több megközelítés során. Itt most az újabban napvilágot látott eredményekből mutatunk be néhányat.

Jupiter

A Jupiternél vizsgózt, villámokat és sarki fényt figyeltek meg (M1. színes ábra a mellékletben). A *Nagy Vörös Folt*ról kiderült, hogy mintegy 10 km-rel magasabban helyezkednek el a felhők a folt közepénél, mint a környezetében. Felhőzete spirális szerkezetű, és a spirál ágai között mélyebbre le lehet látni a Jupiter légkörébe.

A Galileo szonda pordetektorának méréseiből számítógépes szimuláció segítségével felismertek egy retrográd irányba mozgó porgyűrűt a Jupiter körül, amelynek 1 126 000 km az átmérője, vagyis az Io és az Europa pályája között húzódik. Semmi köze tehát a korábbról ismert, 250 000 km átmérőjű belső gyűrűhöz. A kutatók nem tudják, hogy miért mozognak a részecskék retrográd pályákon. Csak az képzelhető el, hogy az anyag egy, a Jupiter forgásával ellentétes irányba mozgó test porlásából származik.

Io

A Voyager-szondák mérései, képei alapján úgy látszott, hogy az Io vulkánjai főleg ként és más, kéntartalmú anyagokat juttatnak a felszínre (l. az M3. és az M4. színes ábrát a mellékletben). A szondák ottjárta, 1979 óta földi távcsövekkel folyamatosan figyelték az Iót, és néha az 1500 fokot is megközelítő hőmérsékletű forró foltokat detektáltak. Ez sokkal magasabb hőmérséklet annál, hogy kén-vulkanizmus okozza. Most a Galileo szonda is talált nagyon forró vulkáni anyagot, amely megfigyelés határozottan (a földihez hasonló jellegű) szilikát-vulkanizmusra utal. Sok vulkánnál a tartós működés nyomai követhetők, és óriási felszíni változások láthatók. Például a *Pillan patera* környékén néhány hónap alatt egy körülbelül 400 km átmérőjű területet borított be a vulkán által kidobott sötét anyag, amely valószínűleg szilikát lehet.

Callisto

A gravitációs mérések azt mutatták, hogy az Iónak, az Európának és a Ganymedesnek vasmagja van, tehát ezek differenciálódott testek. Ugyanakkor semmiféle bizonyíték nincs arra, hogy a Callistónak is vasmagja lenne. Ez a negatívum a legérdekesebb információ; egyszerűen elképzelhetetlen, hogy

ez a 4800 km átmérőjű test, amely nem sokkal kisebb a Ganymedesnél, és a Naptól ugyanakkora távolságban, tehát ugyanolyan anyagból keletkezhetett, mint a Ganymedes, hogyan tudta elkerülni a differenciálódást. Ekkora méretű testnek az elméleti számítások szerint a radioaktív fűtés következtében még akkor is szükségszerű lett volna megolvadnia és differenciálódnia, ha olyan nagy a jégtartalma, mint a Callistóé. Tehát még akkor is, ha soha nem kerül más holdakkal rezonáns helyzetbe, és ezáltal nem juthatott árapályfűtéshez.

A másik három Galilei-hold egymáshoz képest rezonáns pályamozgása kölcsönösen igyekszik fenntartani e holdak pályájának excentricitását, ami a Jupiter óriási tömege miatt nagy árapályfűtést okoz. Mégpedig annál nagyobb, minél közelebb van egy hold a Jupiterhez. Ez a fűtés az Iónál az állandó vulkanizmus fenntartására, az Európánál a vízköpeny globális olvadtan tartására, a Ganymedesnél pedig lokális megolvadásokra elegendő.

További eredmény, hogy a Callistónál hidrogénből és szén-dioxidból álló légkört találtak, ami ugyan nagyon ritka, de ezzel a megfigyeléssel a Callisto is bekerült azon holdak közé, amelyek légkörrel rendelkeznek. A hidrogén nyilván vízbontásból keletkezik a Jupiter magnetoszférájában mozgó nagyenergiájú töltött részecskék bombázása és a Nap ultraibolya sugárzásának hatására.

A Callisto néhány kráterében suvadásra, vagyis anyag-lecsúszásra utaló nyomok láthatók. Két esetben is 3–3.5 km távolságra csúszott le az anyag a kráter faláról. Ez óriási távolság egy gyakorlatilag légkör és folyadék nélküli testen. Azt mutatja, hogy a felszín anyaga nagyon finomszemcsés por lehet, amelyet esetleg még a Jupiter magnetoszférájában mozgó töltött részecskék elektrosztatikusan fel is tölthetnek, ami aztán elősegítheti a porlavinák messzire csúszását.

Illés Erzsébet

<http://www.jpl.nasa.gov/galileo>;

COSPAR Information Bulletin 1998. április;

Nature 1997. november; 1998. május; *Icarus* 1997 október;

Science 1998. április–május.

Az Uránusz két új holdja

Az Uránusznak két, eddig ismeretlen holdját fedezték fel amerikai kutatók a Palomar-hegyen az 5 m-es *Hale-teleszkóppal*. A felfedezés a Neptunuszon túli égitestek vadászatának mellékterméke. Amíg ugyanis arra vártak, hogy a vizsgálni kívánt terület elég magasra emelkedjék a horizont fölé, az Uránusz irányába állították a távcsövet, hátha találunk ott valamit. Az 1997. szeptember 6-i és néhány 7-i felvétel összehasonlítása azt mutatta, hogy két objektum

tum az Uránusszal együtt mozog. Fényességük 22^m és 20^m , s ezzel ezek a leghalványabb holdak, amelyeket földi távcsövekkel láttak. A felfedezést október végén erősítették meg. Neveik *S/1997 U1* és *S/1997 U2*, az első átmérője 80 km körül lehet, a másodiké talán kétszer akkora. A megfigyelésekből számolt pályáik az Uránustól mintegy 6, illetve 8 millió km távolságra húzódnak, hajlásszögük és excentricitásuk nagy.

Miután az Uránusznak 5 nagy holdját és a Voyager–2 jóvoltából az ezen belül keringő 10 kis méretű holdját ismertük csak, az Uránusz holdrendszere különbözött a többi óriásbolygóétól. Azok körül ugyanis a mintegy 30 bolygósugáron belül keringő, regulárisnak tekintett, tehát a bolygóval együtt keletkezett holdakon kívül mintegy 150 bolygósugárnál nagyobb távolságban, szabálytalanabb pályákon a reguláris holdrendszerétől eltérő holdak is keringenek, amelyeket utólag befogott (kaptált) holdaknak tekintünk.

Ezekkel az újonnan felfedezett holdakkal az Uránusz rendszere is hasonlóvá vált a többiekéhez. S ahogy a kezdetben csak a Szaturnusz körül ismert gyűrűk után minden óriásbolygó körül felfedezték a gyűrűket, úgy most a „begyűjtött” holdak felfedezésével is teljessé vált a kép. Az óriásbolygók rendszerének a reguláris holdrendszereken kívül velejárói a gyűrűk és a kaptált holdrendszerek is.

Illés Erzsébet

Sky and Telescope 1998. január, április.

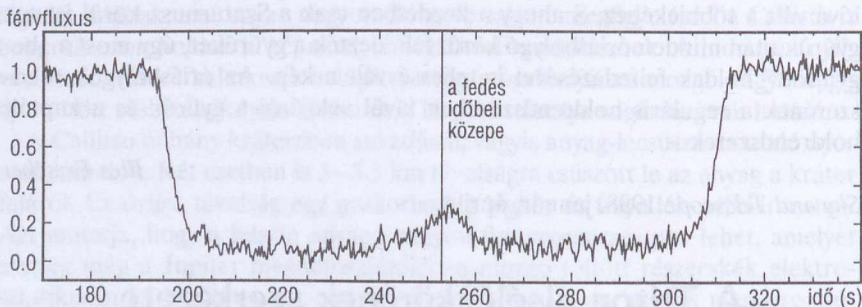
A Triton alsólégkörének szerkezete

A Voyager–2 felfedezése annak idején nagy meglepetést keltett, hogy a Tritonnak légköre van, és hogy ennek a nagyon ritka légkörnek az áramlása szemmel látható következményekkel jár. A Tritonon működő gejzírek felfelé spriccelő anyagát ugyanis 8 km magasságban az ott uralkodó szél vízszintes irányban elsodorja. A légkör szerkezetét akkor okkultációs mérésekből próbálták meghatározni abból, hogy miközben a Voyager-szonda a Triton mögé bújt, a Földről felfogott rádiójele a Triton légkörén áthaladva megváltozott, és ugyanígy a Nap fénye is, amelyet a szondán regisztráltak. Ezek a mérések azonban nem adtak elegendő információt az alsólégkör szerkezetéről.

Mostanában egy 20 fős kutatócsoport csillagfedések megfigyelésével igyekszik feltérképezni a Triton légkörének szerkezetét. Amikor ugyanis a Triton elhalad egy csillag előtt, a csillag fényessége a Triton légkörén áthaladva lecsökken, és ha ezt a fényváltozást a Föld különböző obszervatóriumaiban megfigyelik, akkor a geometria függvényében a különböző megfigyelőhelyek a Triton-légkör más-más szélességű helyeit szondázzák.

Eddig a Földről mindössze két csillagfedést sikerült megfigyelni. Az egyik 1993. június 10-én zajlott le, amikor a *TR60* jelű csillagról sikerült egy fénygörbét regisztrálni a *Kuiper Repülő Obszervatóriumnal* (Kuiper Airborn Observatory = KAO) az Atlanti-óceán déli része felett. A másik 1995. augusztus 14-én történt, amikor is a *TR148A* és *B* jelű kettőscsillag fedésével kapcsolatban szerencsésebbek voltak a körülmények, mert Észak-Amerikából 9 fénygörbét regisztráltak 6 obszervatórium 7 műszerével két spektráltartományban, vizuálisban és infravörösben. A mérések nagyon jó térbeli felbontást biztosítottak a Tritonon. Először sikerült a központi felvillanást (*central flash*) megfigyelni: amikor is a Föld–Triton vonalon áthaladó csillag fénye a Triton légkörén körben elhajolva a fedés időbeli közepén fényességnövekedést okoz (1.10. ábra).

Ezzel először sikerült a Triton-légkör 20–100 km magassági tartományáról információt kapni.



1.10. ábra. A Triton-légkör csillagfedésének fénygörbéje vizuális tartományban. Jól látható a központi felvillanás, valamint az hogy a jelenség időbeli lefolyása aszimmetrikus, és nem a fedés időbeli közepénél következett be

A mérések kiértékelése azt mutatja, hogy a fénygörbe távolabbi szakaszai szimmetrikusak a fedés közepére nézve, vagyis nincs szélességfüggés az 50 km magasság felett, tehát a Triton légköre gömbszimmetrikus e felett a magasság felett. A központi kifényesedés azonban, amely az alsó 20 km magasságban elhelyezkedő légrétegekről hoz információt, nem szimmetrikus, és nem is a fedés közepénél van a maximuma, ami azt jelzi, hogy a legalsó rétegek nem homogének. Az 50 km-es magasságra $1.4 \pm 0.1 \mu\text{bar}$ nyomást és $47 \pm 1 \text{ K}$ hőmérsékletet lehetett levezetni izotermális légkörmodellből. Ez 1.8-szor nagyobb nyomást és 5 fokkal alacsonyabb hőmérsékletet jelent, mint amit a Voyager-mérésekre illesztett modell adna ebben a magasságban. Ez a légköri tartomány a Voyager-modellből csak extrapolációval kapható meg, tehát lehet, hogy ez nem jogos, de az is elképzelhető, hogy szezonális változás okozza az

eltérést. A csoport minden lehetséges csillagfedést fel akar a későbbiekben is használni a Triton-légkör szondázására.

Illés Erzsébet

Icarus 1997. szeptember.

Kisbolygó ütközése a Földdel?

Már hosszú évek óta folyik az amerikai *Űrfürkész* (Spacewatch) program, aminek az a célja, hogy időben felfedezzék a Föld közvetlen közelében elhaladó, illetve esetlegesen nekiütköző kisbolygókat. (A programot eredetileg ki akarták egészíteni egy elhárító rakétarendszerrel is, de ehhez a Kongresszus nem szavazta meg a szükséges pénzt). A program úgy működik, hogy egy CCD-vel felszerelt automata távcső időről időre felvételeket készít az égnek a fenti szempontból legérdekesebb területeiről. A felvételek kiértékelése is közvetlen emberi beavatkozás nélkül történik. Számítógép hasonlítja össze a legújabb CCD-felvételeket a korábbiakkal. Ha valahol elmozdulást talál, riaszt, és akkor meghatározzák a felfedezett kisbolygó pályáját.

A program egyik eredménye felkerült szinte valamennyi világlap első oldalára. A dolog úgy történt, hogy még 1997 decemberében felfedezték az 1997 XF11 jelű kisbolygót. A mintegy másfél km átmérőjű égitest 1.73 éves periódussal, az ekliptikához képest kis pályahajlással (4°), 0.48-as excentricitással kering a Nap körül, átlagosan 1.4 AU távolságban.

A pályaszámítás azt is kimutatta, hogy a szóban forgó kisbolygó 2028. október 26-án igen közel (0.00031 AU távolságban) fog elhaladni a Föld mellett. Egy 1998. március 11-én kelt IAU Circularban B. MARSDEN felvetette a (szakmai közvéleménynek szánt) kérdést, hogy pontosabb pályaszámítás kelle-e, mert ez a kisbolygó akár még neki is ütközhet a Földnek. Amivel Marsden nem számolt: az Internet révén az IAU Circularokat ma már nemcsak a szakemberek olvassák. Így történt, hogy másnap a világlapok tényként közölték a 2028-as katasztrófa híret.

Az üzenet azért eljutott a tulajdonképpeni címzettekhez is. Egy nap alatt sikerült olyan 1990-es archív felvételeket előbányászni, melyeken rajta kellett hogy legyen az 1997 XF11 jelű kisbolygó. Meg is találták, és az így nyert nagyobb időbázisú adatokból pontosabb pályaszámítást lehetett végezni. Ezek szerint a fent említett időpontban az 1997 XF11 kisbolygó lényegesen távolabb, 0.0064 AU-ra, azaz a holdpályán is kívül fog mellettünk elhaladni. Ez persze már nem volt első oldalas szenzáció a lapokban. Az 1997 XF11

egyébként korábban is elhaladt mellettünk, például 1971-ben (0.032 AU), vagy 1957-ben (0.015 AU).

Patkós László

A Mathilde kisbolygó

Úton az Eros kisbolygó felé a NEAR űrszonda 1997. június 27-én 10 km/s sebességgel 1200 km távolságban elrepült a (253) Mathilde kisbolygó mellett (I. *Csillagászat évkönyv* 1998). A találkozás idején a Naptól mért távolság 300 millió km volt. Összesen 534 felvétel készült a látható és a közeli infravörös tartományban, ezek közül 300-on látszott maga a kisbolygó. A legjobb képeken a felbontás eléri a 150 m-t. A megközelítés a Naptól elforduló, sötét oldal irányából történt.

Ez a legnagyobb kisbolygó, amelyet egy űrszonda valaha meglátogatott, egyben közülük az első szenes kondrit összetételű. Alakja meglehetősen szabályosnak bizonyult, átmérője 50 és 60 km között van. Felszíne igen sötét, albedója nem haladja meg a 4%-ot, ami egy C típusú, szénben gazdag kisbolygó esetén megfelel a várakozásoknak. Színe egyenletesen fekete, nincsenek rajta világosabb foltok.

A felvételek tanúsága szerint az elmúlt évmilliárdokban a kisbolygót számos hatalmas ütközés érte, ezek nyomait a becsapódási kráterek sokasága őrzi. Közülük ötnek a mérete meghaladja a 20 km-t, sőt van egy 33 km-es is, amelynek becsült mélysége 6 km. A mellette elrepülő űrszonda pályáját a kisbolygó csak csekély mértékben módosította, vagyis tömege és sűrűsége kisebb a vártnál: 10^{20} g, illetve 1.3 ± 0.2 g/cm³. Minthogy a sűrűség alig nagyobb a vízénél, egyes feltételezések szerint belseje porózus szerkezetű, ami segíthetett abban, hogy a nagy meteorbecsapódások ellenére az égitest egyben tudott maradni.

A Mathilde tengelyforgása igen lassú, több mint 17 nap. (Egy átlagos kisbolygó 5–15 óra alatt tesz meg tengelye körül egy fordulatot.) A lassú forgás oka ma még ismeretlen, kísérő holdat nem találtak a közelében. A lassú tengelyforgás miatt a Mathilde helyzeté az elrepülés alatt alig változott, így a képeken felszínének csak 60%-a látszik.

Almár Iván

Sky and Telescope, 1997. október;

Sterne und Weltraum 1997. október.

Vesta kisbolygó és meteorcsalád

A Földön talált meteoritok között nemcsak a Holdról vagy a Marsról származó darabokat lehet megkülönböztetni. A talált meteoritok mintegy 6%-a a *Vesta-családba* tartozik. Kémiai összetételük és egyéb jellemzőik megegyeznek a Vesta nevű kisbolygóéval. Ez azért furcsa, mert ez a kisbolygó a jelek szerint erősen túlrerepresentált. A jelenség okára a Hubble-űrtávcső felvételei derítettek fényt. A felvételeken ugyanis egy hatalmas, 460 km átmérőjű (a Vesta átmérője 530 km!) és 13 km mély kráter látszik a kisbolygó felszínén, melynek űrtartalma eléri az 1 millió km^3 -t (M5. színes ábra a mellékletben).

Ez egy óriási kozmikus ütközés tanúja. Ennek következménye az a rengeteg kődarab, meteoroid, ami a Vesta pályáján eloszolva megfigyelhető, és aminek egy része lejut a Föld felszínére.

Patkós László

Science 1997. szeptember.

Az 1996 PW egy Oort-felhőbeli kisbolygó?

Az 1996. augusztus 9-én felfedezett *1996 PW* kisbolygó szokatlan objektum. Átmérője 10-15 km körüli, nincs kómája, nincs csóvája, pedig pályája nagyon üstököszerű. Ilyen pályán eddig csak aktív üstökösöket figyeltek meg. Nagyon elnyúlt, 0.992 excentricitású pályán, 5800 év keringési idővel 645 AU távolságra jut el a Naptól, ami már a *belső Oort-felhő* távolsága. A Naprendszer keletkezését modellező számítógépes szimulációk már korábban is mutatták, hogy az óriásbolygók a Naprendszer kialakulása idején sok kis anyagdarabot – kisbolygókat, üstökösöket – lendíthettek ki szoros megközelítések következtében a Naprendszer belső vidékeiről. Esetleg most egy ilyen kidobott kisbolygó visszatért közülük, s az 1996 PW egyike lehet annak a több milliónyi kisbolygónak, amely így került az Oort-felhőbe. Ezek a kidobott kisbolygók mintegy 1%-át tehetik ki az ott tartózkodó üstökösmagoknak.

Nem kizárt persze az sem, hogy egy „alvó” üstökösmaggal állunk szemben. Ilyen pályára kerülhet ugyanis egy Oort-felhőbeli üstökös, ha néhány százszor már megközelítette a Napot.

Illés Erzsébet

Sky and Telescope 1997. augusztus; *Astronomy* 1997. július.

Űrkutatási eredmények a Hale–Bopp-üstökösről

A *HST*, az *IUE* és az *ISO* űrtávcsövek több mint egy évig követték a századvég legfényesebb üstökösét, a Hale–Boppot. A folyamatos megfigyelések 1995 augusztusában kezdődtek, amikor az üstökös még több mint egy milliárd km távolságban járt; fényessége ekkor kétszázszorosan múlta felül a Halley-üstökösét ugyanebből a távolságból nézve. Az űrtávcsöves mérések megerősítették, hogy szokatlanul nagyméretű üstökösről van szó, magjának átmérője meghaladja a 40 km-t. (Egy átlagos üstökös magja az 5 km-t sem éri el.)

Ez a megfigyelés-sorozat az eddigi legteljesebb képet szolgáltatta egy Naphoz közeledő üstökös magjának aktivizálódásáról. Az űrtávcsövek a közeledés során számos kitörést regisztráltak, ilyenkor egy órán belül akár nyolcszorosára is nőhetett a porkiáramlás. Az üstökös magjának felülete igen aktívnek bizonyult, a napsütötte oldalra forduló jeges foltokból robbanásszerű kiáramlások indultak el. A Hubble űrtávcső méréseiből megállapították, hogy a vízjég más ütemben szublimál, mint a nyomelemekből álló jegesek, vagy a por. Tehát nem tartható az az üstökösmodell, amely szerint a nyomelemek és a por beágyazódik a jég leggyakoribb fajtájába, a vízjégbe, hiszen akkor a melegedés hatására azonos ütemben kellene felszabadulniuk a magból.

1996 tavaszán és őszén folyamatos méréseket végzett az 1995 novemberében felbocsátott európai infravörös távcső, az *Infrared Space Observatory* (*ISO*) is. *ISOPHOT* elnevezésű fotométere felfedezte, hogy a szén-dioxid a gázkiáramlás fontos alkotóeleme. Megmérte a Hale–Bopp-üstököst körülvevő porfelhő hőmérsékletét is, amely 1996 márciusában -120°C , októberében (a Naptól már csak 420 millió km-re) -50°C volt. Az *ISO* spektrométerei meghatározták a por- és gázfelhő összetételét, valamint az üstökösanyag tömegvesztésének mértékét is. Az üstökösökből származó por hosszan szétterül a Naprendszerben, és ebből származik az a fényes infravörös sáv az égen, amely zavarja a távoli galaxisok infravörös megfigyelését (ennek optikai megfelelője az állatövi fény).

Almár Iván

COSPAR Information Bulletin 1997. december.

Az üstökösök aktív–alvó átmenete

Hogy kisbolygónak vagy üstökösnek minősítenek-e egy újonnan felfedezett objektumot, az attól függ, hogy van-e gáz- és porkibocsátásra utaló nyom a

róla készült felvételeken, vagy sem. De valójában nehéz eldönteni egy inaktív testről, hogy kisbolygónak született-e, vagy egy sokkal nagyobb illóanyag-tartalommal rendelkező üstökösnek, csak valamilyen oknál fogva a felfedezés-kor, illetve a későbbi megfigyeléskor éppen nem aktív.

Egy üstökös mindig inaktív távol a Naptól, ahol nem kap elég fűtést. A Naprendszer belső vidékein járva egy üstökös két ok miatt lehet inaktív. Vagy elveszítette összes illóanyagát, ilyenkor rendszerint szétesik, és anyaga meteorrajként mozog tovább a korábbi üstökőpályán; vagy illóanyagokban szegény kéreg keletkezik a felszínén, amely megóvjá belsejének illóanyagait, és az üstököst alvó állapotban tartja.

Bár történt már máskor is, hogy üstököst kisbolygónak minősítettek, például a (2060) *Chiront* (=95P/1977 UB), de átmenetet egy üstökös aktív és alvó léte között eddig még nem sikerült megfigyelni. Most azonban találtak egyet. A 107P üstökös = 107P/1949 W1 (Wilson–Harrington) = (4015) *Wilson–Harrington* kisbolygóról a Palomar Atlasz lemezei között találtak két, 1949. november 19-én készült felvételt, amelyeken az objektum kifejezetten üstököszerű. Ezzel egyedülálló lehetőség nyílt tanulmányozni, hogy egy üstökös hogyan válik alvóvá.

Illés Erzsébet

Icarus 1997. július; október.

A Nap közelében elhaladó csillagok

Közismert, hogy az üstökösök „fogyóeszközök”, azaz csillagászati léptékkal mérve egy pillanat alatt elfogynának, ha nem lenne valami „háttértároló” (az *Oort-féle üstökősfelhő*), ahonnan — például a Nap közelében elhaladó csillagok perturbációs hatására — egyesek közülük időről időre a Naprendszer belső részeibe kerülhetnek. A kérdés azért is igen érdekes, mert egy ilyen, a közelben elhaladó csillag valóságos üstökös- és meteoresőt válthat ki a Naprendszer belső térségeiben, ami jelentős klímaváltozásokat is eredményezhet.

A Hipparcos mesterséges hold mérései alapján meghatározható volt a közeli csillagok pontos távolsága és térbeli sebessége is (l. *A legközelebbi csillagok* című táblázatot). Az adatokból megállapítható volt például, hogy időben visszafelé és előre számolva 8.5 millió éven belül 133 csillag közelített, ill. közelít majd meg bennünket 5 pc-nél jobban.

Hogy közülük melyik okozza (vagy okozta) a legnagyobb „üstökőshullást”, az a távolságon kívül erősen függ még a közelünkben elhaladó csillag tömegétől is. A számítások szerint az említett időszak legnagyobb perturbációját az *Algol* hármas rendszernek a tőlünk mintegy 2.7 pc távolságban való elhala-

dása okozhatta 6.8 millió évvel ezelőtt. A második legnagyobb az *AQ Puppis* lehetett, szintén a múltban, mintegy 1.7 pc távolságban.

Talán érdekesebb a jövő. Van egy csillag — a neve *Gl 710* — amely a Hipparcos mérései szerint pontosan felénk tart. Tömege $0.4\text{--}0.6 M_{\odot}$ körüli lehet, távolsága jelenleg még mintegy 19.3 pc. Sajátmozgása nagyon kicsi — szinte nem is mérhető —, radiális sebessége -13.5 km/s. Itt azonban van egy kis probléma. A csillag radiális sebességét ugyanis már a 40-es években is mérték, és akkor -20 km/s-nak adódott. Szempontunkból most nem mindegy, hogy a korábbi mérés egyszerűen hibás, vagy esetleg abból adódik, hogy a *Gl 710* esetleg kettős. Ebben az esetben ugyanis radiális sebességének egy része nem felénk irányuló térbeli mozgás, hanem csak keringés a kettős rendszer közös tömegközéppontja körül. Kettősségre utaló egyéb jeleket kerestek ugyan, de nem találtak. Ha abból indulunk ki, hogy a régi mérés hibás, a *Gl 710* ténylegesen másodpercenként 13.5 km-es sebességgel egyenesen felénk tart, akkor mintegy 1.3 millió év múlva kb. $7 \cdot 10^4$ AU távolságban fog elhaladni, azaz bőven a feltételezett Oort-felhőn belül. (Akkoriban nem lesz nehéz új üstököst felfedezni. Vagy nagyon is nehéz lesz, mivel tele lesz velük az ég...)

Patkós László

Hipparcos Venice'97 konferencia.

A CM Draconis

Régóta ismert fedési és spektroszkópiai kettőscsillag a *CM Draconis*. A két közel egyforma ($dM4.5+dM4.5$) komponens 1.268 nap alatt kerüli meg egymást. Mivel fedési kettősről van szó (ez azt jelenti, hogy benne vagyunk a kettőscsillag pályasíkjában), ha a kettőscsillagnak bolygói is vannak, akkor talán ezek is ebben a síkban keringenek. Éppen ezért nagy feltűnést keltett, amikor E. GUINAN és munkatársai bejelentették, hogy 1996. június 1-jén rövid időre a rendszer 0^m8 -val a szokásosnál halványabbnak mutatkozott, amit úgy értelmeztek, hogy a csillag előtt egy — a kettős rendszerhez tartozó — nagyméretű bolygó haladt el, aminek becsült átmérője megközelíti a Jupiter átmérőjét.

Még izgalmasabbá vált a helyzet, amikor egy másik kutatócsoport is bejelentette, hogy ők hasonló jelenséget tapasztaltak korábban, 1994. május 27-én. Ebből a feltételezett bolygó keringési ideje is meghatározható volt: 735 nap (vagy a fele, harmada, negyede stb.).

Újabb fejleményként a Guinan-csoport bejelentette, hogy az 1996–98 között végzett megfigyeléseik szerint a 17 észlelt minimum-időpont $O-C$ diagramja szerint ebben $18^s \pm 2^s$ -os szinuszos változás van. (Periodikusan ennyivel

korábban, illetve később következnek be a kettőscsillag fedései.) A jelenséget egy harmadik test (bolygó, esetleg barna törpe kísérő) okozhatja.

A kettőscsillag tömegének ismeretében ($M_1 + M_2 = 0.448 M_\odot$) meghatározhatók az újonnan talált kísérő adatai: keringési periódus: 70.3 ± 1.5 nap, pályasugár: 0.27 AU (körpálya). Feltéve, hogy benne vagyunk a pályasíkban (ami az eddigiekből lényegében biztosan következik), akkor a most talált kísérő tömege is meghatározható: $0.061 \pm 0.004 M_\odot$. Ez a bolygó azonban nem lehet a korábban találni vélt bolygó, mivel nem egyezik a keringési idő, tehát ha mindkét megfigyelést jól értelmezték, akkor a CM Dra rendszernek legalább két bolygója is van!

Ekkor jött a meglepetés: a másik kutatócsoport bejelentette, hogy a korábban (1994. május 27-én) általuk megfigyelni vélt fényességsökkenés valószínűleg nem reális, a feltételezések szerint azt páralecsapódás okozhatta a CCD felületén. Ugyancsak közölték, hogy ők is rendszeresen végeztek megfigyeléseket, de az általuk észlelt 32 minimum időpontjainak analízise szerint abban nincs sem 70.3 napos sem más kimutatható periodikus változás. . .

Hogy a két, össze nem egyeztethető eredmény közül melyik fedi a valóságot, azt további, még pontosabb mérésekkel lehet majd eldönteni.

Patkós László

IAU Circular 1998. április.

TW Hydrae

Sokszor az új eredmények még több problémát vetnek fel, mint amennyit megoldanak. Jó példa erre a *TW Hydrae* esete. Ez egy *T Tauri* típusú változócsillag. Az elmélet szerint ezek fejlődésük kezdetén levő, a fősorozatra felülről ráhúzó csillagok. Nagy részük még be is van ágyazódva abba a gáz- és porfelhőbe, amiből keletkeztek. Más esetekben ez a felhő a csillag közelében még megfigyelhető. Vannak azonban olyan *T Tauri* csillagok is, melyek közelében nincs ilyen felhő. (Az, hogy az egész felhő csillaggá alakult, csak kevéssé valószínű, mivel ritka a 100% hatásfokú folyamat.)

Ilyen csillag a *TW Hydrae*. Két kiút látszott lehetségesnek:

1. Ez nem „igazi” *T Tauri* (nem a fősorozat felett van, hanem esetleg rajta), és a *T Tauri*khöz hasonlító fényváltozásait valahogy másképpen kellene megmagyarázni.

2. Valódi *T Tauri*, de igen nagy sebességgel mozog a térben, és mozgását időben visszavezetve megtaláljuk a szülő por- és gázfelhőt.

A Hipparcos mesterséges hold először is igazolta azt, hogy a *TW Hydrae* igazi *T Tauri* típusú változócsillag. Pontos távolságából ugyanis az következik,

hogy mintegy $0^m.8$ -val a főág fölött helyezkedik el. Tömege mintegy $0.8 M_{\odot}$, kora $1.5 \cdot 10^7$ év. A Hipparcos a parallaxisokon kívül a sajátmozgás mérésére is a korábbi nagyságrenddel meghaladó pontossággal képes. A mérés szerint a TW Hydrae „szinte áll” a térben. Környezetéhez viszonyított sebessége 4 km/s (a Nap hasonló adata 24 km/s). Így viszont 15 millió év alatt mindössze 60 pc-nyi utat tehetett meg. Ennél még sokkal távolabb sincs olyan felhő, amely bölcsőként szóba jöhetne...

Patkós László

Hipparcos Venice'97 konferencia.

CC Bootis – egy BL Lacertae objektum

A csillagászatban – mint ahogy az élet számos más területén is – időnként előfordul, hogy valamiről kiderül, nem az, aminek gondoltuk. Legismertebb példa erre a BL Lacertae. Ez az égitest a nevéből ítélve változócsillag lenne, de kiderült, hogy mégsem az. Fényessége erősen változó, amellettszerű is, de nem csillag, hanem távoli, aktív galaxismag. A kvazároktól csak abban különbözik, hogy nincsenek megfigyelhető színekvonalai.

Időközben sok hasonló égitestet találtak, és el is nevezték ezeket BL Lacertae objektumoknak, vagy blazároknak. Most egy másik változócsillagról derült ki ugyanez. A CC Bootist 1972-ben fedezték fel egy tautenburgi Schmidt-lemezen. Bekerült a GCVS változócsillag-katalógusba is mint „lassú irreguláris változó”. Sőt, egy 1972-es katalógusban mint „potenciális vörös halócsillag” szerepel. A ROSAT röntgenhold méréseiből már 1997-ben kiderült, hogy ez utóbbi feltevés téves, most pedig spektroszkópai mérésekkel igazolták, hogy a CC Bootis kvazár ($z = 0.172$). A többi kvazártól leginkább abban különbözik, hogy változásai a szokásosnál is nagyobb amplitúdójúak. (A BL Lacertae-ről viszont az derült ki, hogy szigorú értelemben véve nem is BL Lacertae-objektum, ugyanis amikor a fényes kontinuum elhalványodik, akkor előjönnek emissziós vonalai is.)

Patkós László

P.A.S.P. 109, 1997. június.

A Hipparcos eredményeiről – mértéktartó lelkesedéssel

A Hipparcos műszereinek 1993-as kikapcsolása után majdnem négy évbe telt, hogy az adatfeldolgozásért felelős csoportok befejezzék a gigantikus

mennyiségű adat analízisét — legalábbis oly mértékig, hogy az ESA közreadhassa a nyugat-európai országok eddigi legsikeresebb csillagászati célú űreszközének eredményeit tartalmazó 17 kötetes katalógust.

A *Hipparcos Katalógus* 118 000 csillag alapvető asztrometriai adatait tartalmazza: a rektaszcenzió és a deklináció mellett a parallaxist és a sajátmozgás értékét a két koordinátaírány mentén. A meghatározás pontossága mind az öt asztrometriai mennyiség esetében jobb, mint $0''.001$ (ill. a sajátmozgásra $0''.001/\text{év}$). Nyolc magnitúdóig gyakorlatilag minden csillag szerepelt a Hipparcos programján, a halványabb csillagok felé viszont egyre hiányosabb a minta. Ugyanakkor némi kárpótlást nyújt a Hipparcos térképező detektorával végrehajtott *Tycho-projekt*, amelynek végeredményeként több mint egymillió csillagról áll rendelkezésre az imént felsorolt öt asztrometriai alapmennyiség. A fényesebb csillagokra $0''.003$ (ill. $0''.003/\text{év}$) pontossággal, a tíz magnitúdónál halványabb csillagokra — ezek képezik a Tycho adatbázisának kétharmadát — pedig ennél kb. tízszer nagyobb bizonytalansággal.

Mind a Hipparcos, mind a Tycho fotometriai méréseket is végzett az asztrometriai mérésekkel egyidejűleg, így minden programcsillagról száznál több fényességadat is született a nagyjából ezer napos mérési idő alatt. Ez önmagában is jelzi, hogy a Hipparcos jelentősége túlmutat az asztrometrián — a változócsillag-kutatás és általában az asztrofizika is sokat profitál az első asztrometriai hold adataiból. (Sőt, joggal említhetnénk még a Naprendszer kutatását és a kozmológiát is — mint a kozmikus Óperencia innenső és túlsó végével foglalkozó kutatási területeket.)

A katalógus adatai a mérési intervallum közepére, a J1991.25 epochára vonatkoznak. A Hipparcos koordináta-rendszerének mindhárom tengelye $0''.0006$ -en belül egybeesik a Nemzetközi Csillagászati Unió által hivatalosnak tekintett *International Celestial Reference Frame* megfelelő tengelyével. Az ICRS rövidítésű vonatkoztatási rendszert egyébként a rádiótartományban is sugárzó néhány extragalaktikus pontforrás alapján definiálták. A Tejútrendszer csillagai ugyanis nem jó viszonyítási alapok kimutatható sajátmozgásuk miatt.

Említésre méltó továbbá, hogy a Hipparcos Katalógus kettőscsillagokkal foglalkozó kötete 24 000 rendszer adatait ismerteti. Annak tudatában, hogy a galaktikus mezőben átlagosan minden második csillagnak van kísérője, a Hipparcos-kettősök száma kevésnek tűnhet a programcsillagok teljes számához viszonyítva. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni, hogy az egészen szoros kettősök komponenseinek különválasztására a Hipparcos sem volt képes.

A *változócsillagok* felfedezésében is maradandó nyomot hagyott a Hipparcos: mérései alapján 11 600 csillag bizonyult változó fényességűnek, amelyek közül 8200 újonnan felfedezett változócsillag. A szakmabeliek meglepetésére

két új, fényes (7 magnitúdós) cefeidát is találtak a Hipparcos adatai alapján, de az újonnan felfedezett 9 RR Lyrae típusú változó és a korábban ismeretlen 343 fedési változó kimutatása is némiképpen váratlan.

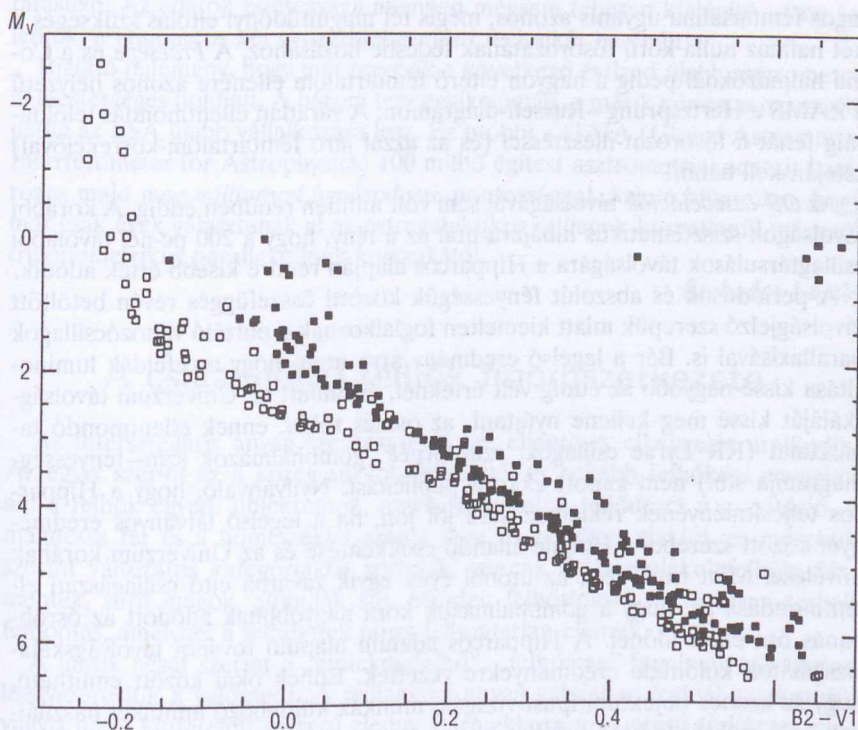
Az alapvető eredmény azonban az, hogy a korábbiakhoz képest sokkal pontosabb parallaxisok révén megbízható *háromdimenziós térkép* született a Nap kozmikus környezetéről. A Hipparcos Katalógusban 442 csillag parallaxisának 1%-nál jobb a relatív pontossága, ezzel mintegy megtízszereződött az ilyen pontosan ismert távolságú csillagok száma. Öt százaléknál pontosabban 7400 csillag parallaxisát sikerült meghatározni. Ez a szám majdnem százszorosa az e kategóriába eső csillagok korábbi számának.

Az általános méltatás után érdemes beszámolni a Hipparcos adataira épülő kutatások eredményeiről is. Bőven van miről, és nehéz válogatni a gazdag kínálatból, sokszor azért is, mert nem tudni, hogy melyik eredmény bizonyul majd maradandónak (amikor ugyanazokból a mérésekből egymásnak ellentmondó következtetések látnak napvilágot).

A képhez továbbá az is hozzátartozik, hogy a Hipparcos új, a korábbiaknál pontosabb távolságadatai segítségével megoldott problémák mellett jelentősen tűnő gondok is adódtak az új parallaxisok alkalmazásában, így a valóban megbízható kozmikus távolságskála megalkotása még várat magára.

Íme néhány a fontosabb eredmények és problémák közül. Kiderült, hogy a *közeli csillagok* jelentős részének távolságát korábban alábecsülték. A 80 parszeken belülinek hitt csillagok 40%-a távolabb van ennél az értéknél, sőt bőven akad olyan is, amelyek több mint kétszer távolabbi (l. *A legközelebbi csillagok* című táblázatot). A Hipparcos mérései a közeli csillagok mellett 37 eddig ismeretlen kísérőt is kimutattak. A módosított távolságú és az újonnan felfedezett csillagok leltára alapján a Nap közelében a csillagok térbeli sűrűségének új értéke 0.039 csillag köbparszekenként. Ugyancsak a közeli csillagok vizsgálata alapján meghatározták, hogy a Tejútrendszer fősíkjában a centrumtól a Nap távolságában zárt pályán keringő csillagra milyen sebesség jellemző. Ez a *local standard of rest* néven ismert fogalom a szakirodalomban, amihez képest a Nap sebességvektorának három komponense az új eredmény szerint: $U_0 = 11.0 \pm 0.6$ km/s, $V_0 = 5.3 \pm 1.7$ km/s, $W_0 = 7.0 \pm 0.6$ km/s.

Az ismert távolságú közeli *kettőscsillagok* pályadataiból a komponensek tömege is kiszámolható, s ennek alapján újra kalibrálták a fősorozati csillagokra vonatkozó tömeg–luminozitás összefüggést. A *Gliese 433* asztrometriai kettős kísérőjének tömegére pedig 0.03 naptömeg adódott. E barna törpe kísérő létét már földfelszíni távcsővel végzett foltinterferometriás méréssel is megerősítették. A kettőscsillagokban vagy közös sajátmozgású párokban mozgó fehér törpék segítségével meghatározták a fehér törpék tömegét és sugarát. A minta tíz csillagának mindegyike 0.45 és 0.75 M_{\odot} közötti tömegű és 0.011–0.015 R_{\odot} sugarú.



1.11. ábra. A szín–fényesség diagramon a Praesepe (üres négyszögek) és a Pleiádok (teli négyszögek) fősorozatai között mintegy $0^m.5$ eltérést találtak a Hipparcos mérései alapján (l. szöveg)

A legközelebbi csillagok után, de még mindig nem nagy távolságban már *csillaghalmazok* is előfordulnak. A távolság-meghatározásra már eddig is kiterjedten alkalmazott csillagrendszerek okozták a Hipparcos eredményei közül a legnagyobb meglepetést és talán hosszú időre szóló fejtörést is. Amennyire megnyugtató, hogy a 39 új taggal kibővült, immár 218 ismert tagból álló *Hyadok* 46.34 ± 0.27 pc-es távolsága jó összhangban van a korábbi földi mérések alapján leszámaztatottal, a következő halmaznál, a *Pleiádoknál* (Fiasztúúk) már nagy eltérést tapasztaltak: a hagyományos 130–135 parszekes távolság helyett 116 pc adódott. A további nyílthalmazok trigonometriai távolságából pedig kiderült, hogy elvi gond van az eddig jól bevált fősorozat-illesztéses távolság-meghatározással. A különböző nyílthalmazok nulla korú fősorozata (Zero Age Main Sequence = ZAMS) közötti eltérés oka nem a halmazt alkotó csillagok fémtartalmának különbsége. A Pleiádok és a *Coma halmaz* át-

lagos fémtartalma ugyanis azonos, mégis fél magnitúdónyi eltolás szükséges a két halmaz nulla korú fősorozatának fedésbe hozásához. A *Praesepe* és a *Coma* halmazoknál pedig a nagyon eltérő fémtartalom ellenére azonos helyzetű a ZAMS a Hertzsprung–Russell-diagramon. A váratlan ellentmondás feloldásáig tehát a fősorozat-illesztéssel (és az azzal járó fémtartalom-korrekcióval) csínján kell bánni!

Az *OB-asszociációk* távolságával sem volt minden rendben eddig. A korábbi távolságok szisztematikus hibájára utal az a tény, hogy a 200 pc-nél távolabbi csillagtársulások távolságára a Hipparcos alapján rendre kisebb érték adódik.

A periódusuk és abszolút fényességük közötti összefüggés révén betöltött távolságjelző szerepük miatt kiemelten foglalkoznak a pulzáló változócsillagok parallaxiséval is. Bár a legelső eredmény arra utalt, hogy a cefeidák luminozitása kissé nagyobb az eddig vélt értéknél, és emiatt az Univerzum távolságskáláját kissé meg kellene nyújtani, az összes többi, ennek ellentmondó tapasztalat (RR Lyrae csillagok, szubtörpék, gömbhalmazok szín–fényesség-diagramja stb.) nem kapott ekkora publicitást. Nyilvánvaló, hogy a Hipparcos teljesítményének reklámozására jól jön, ha a legelső látványos eredményei között szerepel a Hubble-állandó csökkentése és az Univerzum korának növelése. Mint ismeretes, az utóbbi évek egyik zavarba ejtő csillagászati ellentmondása az, hogy a gömbhalmazok kora nagyobbnak adódott az ősröb-banás óta eltelt időnél. A Hipparcos adatain alapuló további távolságskálavizsgálatok különféle eredményekre vezettek. Ennek okai között említhető, hogy az azonos objektumtípust vizsgáló munkák különböző mintákat használnak és a szükséges korrekciókat is eltérő módon hajtják végre. (Vagy nem is végeznek ilyen korrekciókat. E sorok írója pl. kimutatta, hogy a cefeidák közül a kettős rendszerbe tartozók elhagyásával kapott minta az eddig érvényben levő cefeida-luminozitást erősíti meg.)

A kevésbé reflektorfényben levő csillagok Hipparcos-adatainak elemzése is számos fontos eredményre vezetett. A *Herbig-féle Ae/Be csillagokról*, amelyek a T Tauri típusú változócsillagok nagyobb tömegű megfelelői, most végre nemcsak egyértelműen igazolódott, hogy a fősorozat fölött találhatók a HR-diagramon, azaz valóban a fősorozat előtti fejlődési állapotban vannak, hanem azt is sikerült kimutatni, hogy azok a csillagok, amelyek kicsit öregebbek lévén már eltávolodtak születési helyüktől, egyszersmind a fősorozathoz is közelebb vannak. Megállapították továbbá, hogy a B színképtípusú változócsillagokra is létezik periódus–abszolút fényesség reláció. Az állandó fényű csillagok luminozitásának pontos ismerete pedig a csillagszerkezet és csillagfejlődés jobb megértését segíti elő.

Bármelyik csillagászati szakfolyóirat 1998-as tartalomjegyzékére pillantva meggyőződhetünk, hogy a Hipparcos adatai egyre-másra helyet kapnak a ku-

tatásban. Az adatok pontossága azonban mégsem teljesen kielégítő – ne feledjük, a Hipparcos két évtizeddel ezelőtti technikát használt!

Biztató fejlemény, hogy már tervezik a következő évtized újabb asztrometriai mesterséges holdjait. A három terv egyike japán, a másik német, a harmadik pedig az ESA újabb vállalkozása lesz. Ez utóbbi a GAIA (Global Astrometric Interferometer for Astrophysics) 100 millió égitest asztrometriai adatait határozza majd meg *milliomod ívmásodperc* pontossággal. Szinte hihetetlen, hogy már csak évek választanak el az extragalaktikus csillagok közvetlenül mérhető trigonometrikus parallaxisának korszakától.

Szabados László

A csillagelőtti felhők finomszerkezete

Az intersztelláris anyag szerkezetéről két ellentétes elképzelés uralkodik. Az egyik szerint ez a közeg sűrűbb felhőkből és ritkább felhőközi anyagból áll: a felhők egyedi objektumok, amelyek méretét, fejlődését a gravitáció, a mágneses tér és a hőmérséklet szabja meg. A felhőket alakjuk és méreteik szerint változatos kategóriákba sorolják: vannak óriás molekulafelhők, filamentek, sűrű magok, globulák stb. Minden felhőtípushoz van olyan térbeli felbontás, amelynél a felhőknek nincs felbontatlan elemük.

A másik nézet szerint a „molekulafelhő”, „felhőmag” fogalmak túlságosan leegyszerűsítik a valóságot. A csillagközi anyag valójában fraktál szerkezetű, vagyis nincs kitüntetett méretű eleme. Bármekkora felbontású térképen mindig van felbontatlan elem, és a nagyobb és kisebb felbontással készített térképeket nem lehet egymástól megkülönböztetni. Eszerint a felhők szerkezetét a mágneses eredetű turbulencia alakítja. A fraktál-hipotézissel az utóbbi években az intersztelláris felhők számos megfigyelt tulajdonságát, többek között tömegspektrumukat és tömeg–méret relációjukat jól le tudták írni.

A presztelláris molekulafelhők finomszerkezetének legrészletesebb megfigyeléseit az IRAM 30 m-es rádióteleszkóppal végezték az elmúlt néhány évben különböző szén-monoxid izotópok vonalaiban. Az észlelések néhány közeleli molekulafelhőben ≈ 1700 AU méretű részletek feloldását tették lehetővé, sebességfelbontásuk pedig néhány század km/s volt. Az első eredmények szerint a molekulafelhők az eddig feltárt minden méretskálán önhasonlóak: az új, nagy felbontású észlelések jól illeszkednek a nagyobb struktúrákra korábban megállapított törvényszerűségekhez. Ezzel egyező következtetésekre vezetett az infravörös háttér finomszerkezetének vizsgálata is 90 és 180 μm -en az ISO mesterséges hold segítségével.

Újabbban azonban vannak olyan adatok is, amelyek azt bizonyítják, hogy a molekulafelhők nem fraktálok. Ha a felhőkben csomók, magok vannak, szer-

kezetük különböző felbontásokkal észlelve eltérő lesz, de ha fraktálok, akkor nem. Nem egyszerű azonban a szerkezet meghatározása, mert az egymásra vetülő struktúrákat nehéz elkülöníteni. Továbbá az adatok szórása is fraktál morfológiát utánoz. A legnagyobb homogén molekuláris rádiócsillagászati adatbázis, a nagoyai ^{13}CO adatok elemzése már korábban is azt sugallta, hogy a molekulafelhők nem önazonos szerkezetűek. L. BLITZ és J. P. WILLIAMS a *Taurus-molekulafelhő* nagoyai adatainak elemzésével megállapította, hogy van egy jellegzetes térbeli felbontás, ahol a felhőstruktúra megváltozik, és ez éppen a *termikus Jeans-hosszúságnak* felel meg. Ez az a felhőmagméret, amely a turbulens mozgások disszipációja esetén létrejön. A *Taurus-molekulafelhőben*, ahol a gáz kinetikus hőmérséklete kb. 10 K, ez a méret 0.25–0.5 pc.

Más molekulafelhőt még nem vizsgáltak hasonló szempontokból. A *termikus Jeans-hosszúság* mellett másik kitüntetett méret is létezhet, a turbulens gáz sokkal nagyobb (a *Taurus-felhőben* ≈ 4.6 pc-es) *Jeans-hossza*, amelyet jó eséllyel lehet keresni a távolabbi óriás molekulafelhők adataiban.

Kun Mária

Astrophysical Journal, 1997. október;

Astronomy and Astrophysics, 1998. március.

A fehér törpék tömege és forgási sebessége

A Hubble űrtávcsővel sikerült az *M4 gömbhalmazban* 258 fehér törpét megfigyelni, amelyeknek a látszó fényessége $V = 22^m - 28^m$ között van. A fehér törpék száma különösen érdekes, ha figyelembe vesszük, hogy nem a teljes halmazt vizsgálták át, hanem csak három kiválasztott területet, amelyek a halmaz közepétől különböző távolságokra voltak. A talált fehér törpék száma valószínűleg közel van az átvizsgált mezőkben a fehér törpék teljes számához. Földi távcsövekkel lehetetlen lett volna megtalálni ennyi halvány égitestet, mert annak eldöntéséhez, hogy egy csillag tényleg fehér törpe-e, többszínfotometria szükséges. Halmazokban eddig csak nyílthalmazokban voltak ismertek fehér törpék, de számuk mindössze pár tucat.

A többszínfotometria alapján meg lehetett határozni az *M4-ben* talált fehér törpék effektív hőmérsékletét, meg lehetett becsülni a felszíni nehézségi gyorsulásukat, s mivel a halmaz távolsága ismert, ezekkel az adatokkal ki lehetett számolni tömegüket. Az a meglepő eredmény jött ki, hogy e csillagok tömege igen csekély szórást mutat: $0.51 \pm 0.03 M_{\odot}$. Ugyan a Nap környezetében található fehér törpék átlagos tömege kicsit több ($0.58 M_{\odot}$), mindenképpen

elgondolkoztató az, hogy a Tejútrendszer egy egészen másik csücskében a fehér törpék tömege szintén körülbelül ugyanennyi.

Mintegy 20 éve sokat írtak az asztrofizikai szakirodalomban arról, hogy egy halmazban a fehér törpék és a vörös óriások számarányából meg lehet határozni alapvető fizikai állandókat: például a gyenge kölcsönhatás csatolási állandóját, mert a csillagok együtt keletkeztek, és fejlődésük gyorsaságát a proton-proton ciklus első lépése, két proton deutériummá egyesülése szabja meg, aminek a hatáskeresztmetszete a gyenge kölcsönhatás erősségétől függ. (Különbén a gyenge kölcsönhatás felelős sok radioaktív bomlásért is, ezért a fizikusok szeretnék minél jobban megismerni.) Ez a számarány néhány százaléknak adódott az M4-ben, ami meglepően kevés. Az észlelést végzők nem lévén szakemberei a kérdésnek, nem elemezték a gyenge kölcsönhatásra nyert esetleges újabb információkat, de a vártnál kisebb arány azt sejteti, hogy a vörös óriások fejlődése vagy lassúbb, mint eddig hittük, vagy csak kevesebb válik közülük fehér törpévé.

Fontos eredménye még az észlelésnek, hogy a számított hűlési időkből a 258 fehér törpe közül a legidősebb korára is csupán $9 \cdot 10^9$ év jött ki, ami összhangban van a halmaznak a fősorozat elfordulási pontjából becsült $(14-16) \cdot 10^9$ éves korával. Ez a kor ugyan jóval magasabb, mint az ősrobbanás óta eltelhetett idő, megnyugtató viszont, hogy a fehér törpék kora alapján akkor sem lesz baj, hogyha ezt a nagy kort „csökkenteni” kell, amint arra a *Hipparcos* legújabb észlelései utalnak.

A *Keck I* teleszkóppal 13 DA fehér törpe rotációs sebességének látóirányú vetületét ($v \cdot \sin i$, ahol v az egyenlítői sebesség, i pedig a forgástengely dőlésszöge – inklinációja – a látóirányhoz képest) határozták meg. Az eredmény meglepő volt, mert egy gyorsan forgót sem sikerült találni. A 40 Eri B $v \cdot \sin i$ -je 8 km/s-nál kisebbnek adódott, a leggyorsabban forgó csillagnak a mintában az LB 5893 bizonyult, $v \cdot \sin i < 43$ km/s értékkel.

A fenti észlelések alapján a fehér törpék keletkezését modellező asztrofizikusok számára továbbra is megválaszolatlan az a kérdés, hogy mi állítja be ilyen pontosan a fehér törpék tömegét, hiszen azok mai ismereteink szerint a sokkal nagyobb tömegű vörös óriáscsillagokból keletkeznek. Továbbá választ kell még adni arra is, hogy mi lesz a szülőcsillagok burkának impulzusmomentumával? A fehér törpék ugyanis az észleltnél sokkal gyorsabban forognának, ha ez az impulzusmomentum valahogyan nem távozna el.

Barcza Szabolcs

Astrophysical Journal 1997. augusztus;

Astronomy and Astrophysics 1997. július.

A planetáris ködök He^3 gyakorisága

Mai tudásunk szerint az égitestekben megfigyelt hélium túlnyomó része az ősrobbanáskor keletkezett. A csillagok belsejében lezajló magreakciók a négyes tömegszámú izotóp, a He^4 mennyiségét növelik, míg a He^3 -t inkább eltüntetik a $2\text{He}^3 \rightarrow \text{He}^4 + 2p$ reakcióval. Ezért jelentős, ha sikerül megfigyelnünk égitestekben a He^3 gyakoriságát, mert így az ősrobbanás elméletét próbára lehet tenni például azzal, hogy az ősrobbanásból várható körülbelül 10^{-5} -es He^3 /hidrogén arány fordul-e elő bennük.

A effelsbergi 100 méteres rádiótávcsővel sikerült megfigyelni 6 planetáris ködben az egyszerűen ionizált He^3 8.665 GHz-es (3.46 cm-es) hiperfinom vonalát. A He^{3+} színeképe hidrogénszerű, az alapállapot hiperfinom felhasadása hasonlóan a hidrogén 21 cm-es vonalához csak igen híg plazmákban keletkezik, mert a vonalat eredményező mágnesesdipól-átmenet igen kis valószínűségű. Egy-egy gerjesztett atomnak 15 millió évig kell ütközés nélkül maradnia, hogy megtörténjék ez az átmenet. Planetáris ködökben megfelelőek ehhez a viszonyok. A híg plazma optikailag vékony is, ezért volt lehetséges az észlelés a rádiótartományban. Optikailag vékony plazmákban a kémiai elemek egymáshoz viszonyított gyakoriságát a vonalak intenzitásarányából egyszerűen meg lehet kapni.

Az eredmény alapján a 6 planetáris ködben a He^3 és a H atomok számaránya $(0.1-1) \cdot 10^{-3}$, ami tízszer több mint az ősrobbanáskor kialakult (primordiális) érték. Magyarátzatul fölvetődött, hogy a csillagok belsejében a magreakciók a deutériumból He^3 -t is termeltek, s ez részben fennmaradt volna a csillagok konvektív külső részében, de így sem sikerült megmagyarázni az összes többletet. Vagy az ősrobbanás alatti magfúziót nem értjük jól, vagy valami nagyon hiányzik az ismereteinkből a csillagok belsejéről.

Barcza Szabolcs

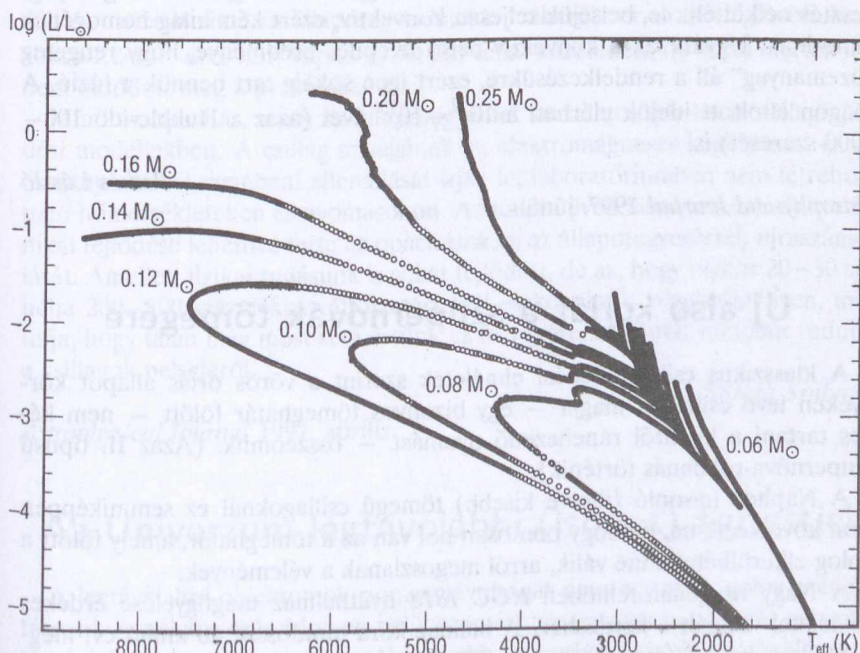
Astrophysical Journal 1997. július.

Kis tömegű csillagok fejlődése

Ha felnézünk az égre, a fényes, nagy tömegű, nagy méretű csillagok a legfeltűnőbbek számunkra. Pedig ez a ragyogás ma már csak töredéke az egykori fényességnek. Az elméleti számítások szerint korábban sokkal több fényes csillag uralta az eget. Közvetlenül az ősrobbanás után nagy számban keletkeztek első generációs — a feltételezések szerint a maiaknál lényegesen nagyobb tö-

megű — csillagok. Ezek a csillagfejlődési elméletek szerint igen rövid idő alatt felélték készleteiket, és életüket hatalmas, a mai szupernóva-robbanásokhoz hasonló, csak azoknál sokkal fényesebb hipernóva-robbanások formájában fejezték be. Mára már mind eltűntek, és csillagászati léptékkal mérve hamarosan hasonló sorsra fog jutni az a néhány viszonylag nagy tömegű csillag is, amelyek ma még láthatók.

A ma létező csillagok 90%-ának a tömege már kisebb fél naptömegnél. Ezek sokkal lassabban fejlődnek, életüknek még csak az elején tartanak. Különösen érdekes az egészen kis ($0.25 M_{\odot}$ -nál is kisebb) tömegű csillagok fejlődése. A csoport alsó tömeghatára a $0.06 M_{\odot}$ környékére tehető, ugyanis az ennél is kisebb tömegű csillagok belsejében nem jön létre a fúzió beindulásához szükséges magas hőmérséklet és nyomás. Ezekből lesznek a barna törpék.



1.12. ábra. Kis tömegű csillagok fejlődése a Hertzsprung–Russell-diagramon

A $0.06 M_{\odot}$ -nál nagyobb, de $0.25 M_{\odot}$ -nál kisebb tömegű csillagok főág utáni fejlődése „akadémikus” kérdés. Arról van szó ugyanis, hogy számítógéppel ezeknek a csillagoknak a fejlődése — a nagy tömegű csillagokéhoz hasonlóan — modellezhető, de azokkal ellentétben megfigyelésekkel nem ellenőrizhető.

Ezek a csillagok ugyanis — ha közvetlenül az Ősrobbanás után keletkezettek is — még mindig a főágon vannak, és hosszú ideig ott is fognak maradni.

Talán mégsem teljesen hiábavaló megnézni, hogyan fejlődnek ezek a csillagok? Úgy tűnik, a határ valahol $0.2 M_{\odot}$ környékén van. Az ennél nagyobb csillagok még elindulnak a főágról fölfelé, és — a Naphoz hasonlóan — eljutnak a felfúvódott vörös óriás állapotba, amikor is sok tömeget vesztenek, planetáris ködöt fújnak maguk köré, majd végül fehér törpévé alakulnak át.

A $0.2 M_{\odot}$ -nál kisebb tömegű csillagok már nem felfelé indulnak el a főágról. A tömegtől függően kisebb-nagyobb hurkot írnak le (1.12. ábra) és végül nagyjából ugyanoda jutnak, mint a „tisztességes” fehér törpék.

Azoktól azonban mindenképpen különbözni fognak, ugyanis ezekben nyoma sem lesz a H–He fúciónál magasabb magfolyamatok végtermékeinek. Jellemzőjük még ezeknek a csillagoknak, hogy életüket gyakorlatilag anyagvesztés nélkül élik le, belsejük teljesen konvektív, ezért kémiaileg homogének maradnak. Ugyancsak a konvektív belső felépítés eredménye, hogy rengeteg „üzemanyag” áll a rendelkezésükre, ezért igen sokáig tart bennük a fúzió. A főágon eltöltött idejük elérheti a 10^{12} – 10^{13} évet (azaz a Hubble-idő 100–1000-szeresét) is!

Patkós László

Astrophysical Journal 1997. június.

Új alsó korlát a szupernóvák tömegére

A klasszikus csillagfejlődési elméletek szerint a vörös óriás állapot környékén levő csillagok magja — egy bizonyos tömeghatár fölött — nem képes tartani a kívülről ránehezedő nyomást — összeomlik. (Azaz II. típusú szupernóva-robbanás történik).

A Naphoz hasonló (illetve kisebb) tömegű csillagoknál ez semmiképpen nem következik be, de hogy pontosan hol van az a tömeghatár, amely fölött a dolog elkerülhetetlenné válik, arról megoszlanak a vélemények.

A Nagy Magellán-felhőbeli NGC 1818 nyílthalmaz megfigyelése érdekes adalékkal szolgált e kérdéshez. A halmaz kora mindössze 40 millió év, mégis találtak benne (igaz, csak egy) fehér törpét. A modellszámítások szerint 40 millió év alatt csak olyan csillagból lehetett fehér törpe, amelynek eredeti tömege legalább $7.6 M_{\odot}$ volt. (Korábban azt feltételezték, hogy az ennél még valamivel kisebb csillagok sem tudják elkerülni a szupernóva-robbanást.)

Patkós László

Astrophysical Journal 1998. május.

A gömbhalmazok kora

Már jó ideje fejtörést okoz az asztrofizikusoknak, hogy a legidősebb gömbhalmazok (M15, M68, M92) kora $1.5 \cdot 10^{10}$ évnek adódik, ha a fősorozatok megfigyelt elfordulási pontját összevetjük a csillagfejlődési modellekből számolt izokronokkal. Ugyanakkor a Hubble-állandóból megbecsülhető a Világegyetem kora a ma megfigyelt tágulás alapján, s ez az érték nemigen növelhető 10^{10} év fölé. Eszerint a Világegyetem fiatalabb volna, mint egyes részei, ami biztos jele annak, hogy valami nincs rendben vagy a csillagfejlődési modellekkel, vagy a Világegyetem tágulására vonatkozó ismereteinkkel.

Mostanában olyan csillagfejlődési modelleket keresnek, amelyekkel az imént vázolt ellentmondás feloldható. A 90-es évek eleje óta forgalomba került új opacitásokkal és állapotegyenletekkel sikerült az említett gömbhalmazokra $1.2 \cdot 10^{10}$ éves kort kapni. A két kor tehát közeledett, de teljes mértékben nem oldódott meg a probléma.

Mind az opacitás, mind az állapotegyenlet sarkalatos kérdés a csillagfejlődési modellekben. A csillag anyagának az elektromágneses sugárzással és az összenyomással szembeni ellenállását írják le, laboratóriumban nem létrehozható hőmérsékleteken és nyomásokon. Az utóbbi évek hatalmas számítástechnikai fejlődése lehetővé tette az opacitások és az állapotegyenletek újraszámolását. Amellett fizikai tudásunk is sokat fejlődött, de az, hogy olykor 20–30 sőt néha 200–300 százalékos változtatást kell eszközölni a végeredményen, mutatja, hogy talán még most sem értünk az út végére, ahol már mindent tudunk a csillagok belsejéről.

Barcza Szabolcs

Astrophysical Journal 1997. április.

Az Univerzum legtávolabbi (ismert) égitestjei

A legtávolabbi objektumok pontos távolságát nem egyszerű dolog meghatározni. A néhány száz Mpc-en belül szerzett tapasztalatokat (minél nagyobb távolságban van egy galaxis, annál nagyobb sebességgel távolodik) általánosítva, elég megmérni a távolodás sebességét (a vöröseltolódást) és ebből már is adódik a távolság. Némileg zavaró, hogy most már évtizedek óta kvazár a távolsági (vöröseltolódási) rekorder. Ez azért kellemetlen, mivel a kvazárok eloszlása nem követi azt a józan ész alapján elvárható feltételezést, hogy a távolabbi égitestek (általában) halványabbak a közeliéknél.

A teljesség kedvéért azért hozzá kell tenni, hogy ha a „rekorderek” között nem is, de a „helyezettek” között mindig szép számmal voltak közönséges galaxisok is. Most fordult a kocka. Többéves szünet után újra találtak minden korábbinál távolabbi objektumokat, méghozzá rövid idő alatt mindjárt hármat, és ráadásul egyikük sem kvazár!

Először a Hubble űrtávcső lépett akcióba. Egy távoli galaxishalmazt (CL 1358+62) vizsgáltak, amiben felfedeztek egy fényes ívet. (Ez a jelenség már régóta ismert: a galaxishalmaz (esetenként egy-egy galaxis) erős gravitációs tere valamilyen messze mögötte levő, igen távoli objektum képét gravitációs lencseként felerősíti (és egyben ív alakúra torzítja). Ezáltal olyan távoli galaxisok is megfigyelhetők, melyek – a nagy távolság miatt – egyébként nem lennének elérhetőek számunkra. A dolog nagy előnye, hogy az így megfigyelhető galaxisoknak semmi közük a lencseként működő galaxishalmazokhoz (azon kívül, hogy tőlünk nézve éppen pont mögöttük vannak), ezért a nagy távolság miatt számunkra már nem látható távoli galaxisok statisztikailag reprezentatív mintájának tekinthetők. Természetesen meghatározták az ív vöröseltolódását, ami $z = 4.92$ -nek adódott. Sikerült a némileg eltorzított képet is visszaállítani. Eszerint a távoli galaxisban nagy, kb. 700 fényév átmérőjű csillagkeletkezési területek találhatók, melyek nagyobb, kb. 1500 fényéves csomókba állnak össze. Ezekben a Tejútrendszerben jelenleg megfigyelhető csillagkeletkezési területeket nagyságrendekkel meghaladó, igen intenzív csillagképződésre utaló jelek tapasztalhatók.

Az új rekorder nem sokáig tartotta magát. Az új, 10 m-es Keck II teleszkóp kutatói ugyanis felfigyeltek egy a *Triangulum* csillagképben levő ugyancsak távoli rádiógalaxis mellett egy még halványabb (26^m -s) objektumra.

A rövidesen elvégzett spektroszkópai vizsgálat szerint ez is egy távoli galaxis, vöröseltolódása $z = 5.34$, tehát minden korábban meghatározottnál nagyobb, s ezáltal távolabbi. Hogy pontosan mekkora ez a távolság, azt nehéz lenne megmondani (ugyanis a dolog attól függ, hogy a mért vöröseltolódást milyen világmodell alapján számítjuk át távolságra). Annyi azonban mindenképpen elmondható, hogy amikor a most megfigyelt fény elindult, akkor az Univerzum jelenlegi (az Ősrobbanástól számított) korának még csak mintegy 6%-ánál tartott, és ez a fény legalább 10 milliárd évet utazott, míg ideért. (A Nap mintegy 4.5 milliárd éve létezik.)

Ez a rekord sem állt sokáig. Röviddel a fentiek után ugyancsak a Keck-teleszkóp kutatóinak sikerült egy $z = 5.64$ vöröseltolódású objektumot találniuk. Ennek közelebbi természete e kézirat leadásakor (1998. május) még nem ismeretes.

Patkós László

IAU Circular 1998. május.

Kálmán Béla

A napfogyatkozások tudományos jelentősége

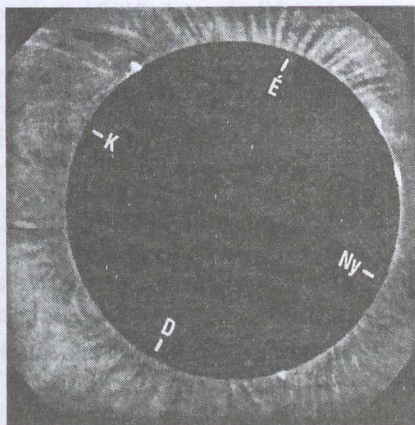
1999. augusztus 11-én a Hold árnyéka kétszeres hangsebességgel végigsöpör Európán, Magyarországot is érintve. A Sopron–Tihany–Szeged vonal 55 kilométeres körzetében teljes napfogyatkozás lesz észlelhető (lásd az ábrát a táblázatok *Fogyatkozások, fedések* című részében). A látványos jelenség valószínűleg most is sok érdeklődőt fog vonzani. A természetnek ez a színjátéka annyira lenyűgöző, hogy 1560. augusztus 21-én Koppenhágában a 13 éves dán nemesifjút, TYCHO BRAHÉT arra készítette, hogy további életét a csillagászatnak szentelje. Bár minden évben van néhány napfogyatkozás a Földön valahol, a *totalitási zóna*, ahol teljesnek látszik, legfeljebb 270 km széles, és maga a jelenség sem tarthat tovább 7 1/2 percnél. Az 1842. július 8-i európai teljes napfogyatkozás óta a csillagászok minden, valamennyire is elérhető területen áthaladó teljes napfogyatkozás megfigyelésére expedíciót indítottak, például a francia JANSSEN az 1870. december 22-i fogyatkozás megfigyelésére hőlégballonon jutott ki a németek által körülzárt Párizsból, de Afrika északi partjain a felhők végül is megghiúsították a megfigyelést. Az 1937. június 8-i fogyatkozást egy amerikai expedíció a Csendes-óceán egy néhány kilométer átmérőjű kis szigetén észlelte, ahol a csillagászokon és sok tonnányi felszerelésükön kívül mindössze néhány pálmafa, madarak és remeterákok képviselték az életet.

Mint Janssen példáján láttuk, a háborús körülmények sem jelentettek akadályt, az első amerikai napfogyatkozás-expedíció a függetlenségi háború idején 1780. október 27-én a Penobscot-öbölben az ott állomásozó angol katonáktól nem zavartatva végezhetette munkáját, vagy az 1934. február 14-i fogyatkozás megfigyelésére a japánok által erődítménnyé kiépített Karolina-szigetekre japán cirkáló szállította az amerikai csillagászokat.

Magyarok is részt vettek expedíciókon (lásd *Meteor* 91/1., 42–43. o.). Károlyi FÉNYI GYULA az 1905. augusztus 30-i teljes napfogyatkozás megfigyelésére Granadába utazott, a közeli jezsuita csillagvizsgálóba (ez volt egyetlen hosszabb távolléte), jövődó utódjával, ANGEHRN TIVADARRAL együtt. Az MTA debreceni Napfizikai Observatóriuma 1958-as megalakulása után 3 évvel DEZSŐ LORÁNT vezetésével Bulgáriába indult expedíciónak, két megfigyelőhelyen is sikerült felvételeket készítenie (2.1. ábra). Az ismertebb részt-

vevők CSADA IMRE, GERLEI OTTÓ, KULIN GYÖRGY és MARIK MIKLÓS voltak. A legutolsó évtizedben magyar amatőrök is több utazást szerveztek, számosan utaztak a finnországi Joensuuba 1990. július 22-re. Az 1991. július 11-i hawaii fogyatkozásról a Magyar Televízió készített több részes filmsorozatot, magyar résztvevőkkel. Az 1994. november 3-i brazilai fogyatkozásnak három, az 1995. október 24-i indiainak egy magyarországi megfigyelője is volt (l. *Meteor* 90/9., 10., 11.; 91/9., 91/12., 94/12., 96/1.).

Mi az oka, hogy a csillagászok ennyire nem kímélnék időt, fáradságot és pénzt (ha van) a napfogyatkozások észlelésére? Mit tudunk meg az eddigi megfigyelésekből? Mi lesz egyáltalán látható, ha az időjárás kedvező? Ezekre a kérdésekre próbálunk választ adni a továbbiakban.



2.1. ábra. A napkorona belső szerkezete az 1961. február 15-i teljes napfogyatkozásakor. Az MTA Napfizikai Observatórium bulgáriai expedíciójának felvétele

Mikor lehet napfogyatkozás?

Nagy szerencsénkre a Nap és a Hold látszó átmérője majdnem pontosan ugyanakkora (a Hold általában kicsit nagyobb), így a Hold el tudja takarni a Napot. A jelenség geometriáját a 2.2. ábra mutatja: Fogyatkozás akkor lehetséges, ha a Hold belekerül abba a kúpba, amely mind a Napot, mind a Földet érinti. Ha erre telehold idején kerül sor, akkor részleges (1) vagy teljes (2) holdfogyatkozás történik (a kúp Nappal átellenes része a Föld teljes árnyékkúpja), ha újhold táján, akkor részleges (3) vagy teljes (4) napfogyatkozás. Itt a „részleges” globálisan értendő, azaz ebben az esetben a Hold teljes árnyékkúpja nem metszi a Földet, így a Föld felszínén sehol sem figyelhető meg teljes napfogyatkozás. A földpálya és a holdpálya ellipszis alakja miatt mind a Nap–Föld, mind a Föld–Hold távolság változik, így lehetséges az is, hogy a Hold teljes árnyékkúpjának tengelye metszi ugyan a Föld felszínét, de a kúp csúcsa nem éri el. Ekkor gyűrűs napfogyatkozásról beszélünk (a Hold látszó átmérője kisebb, mint a Napé), sőt, ha a Hold árnyékkúpjának csúcsa a Föld középpontjától a Nap felé egy földugárnál kisebb távolságban halad el, a fo-

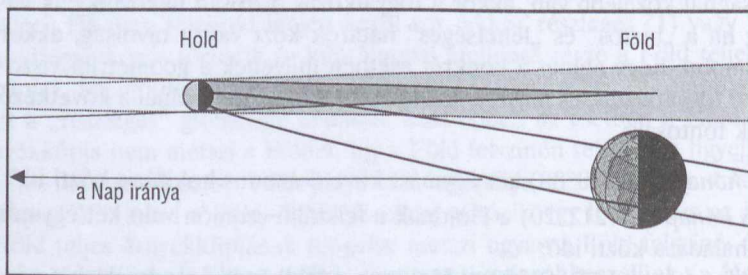
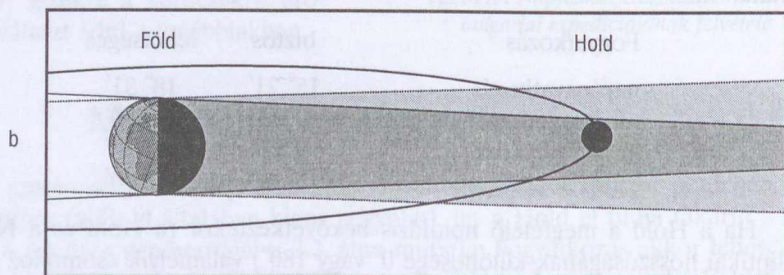
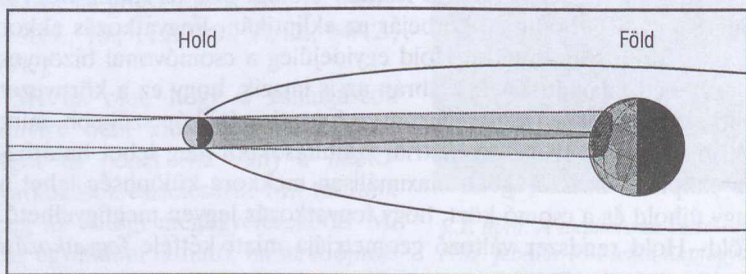
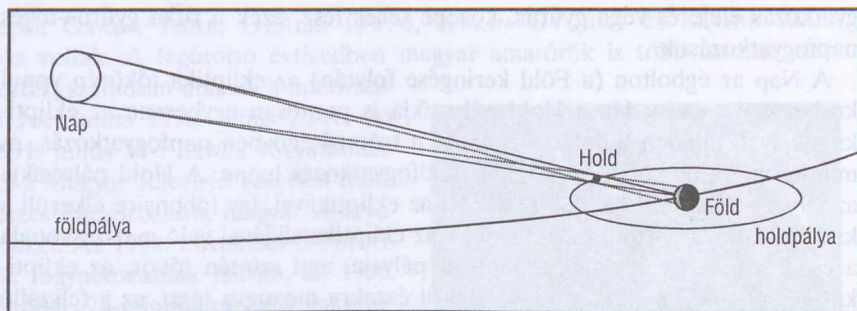
gyatkozás eleje és vége gyűrűs, közepe teljes lesz, ezek a ritka gyűrűs-teljes napfogyatkozások.

A Nap az égbolton (a Föld keringése folytán) az ekliptika főkörén vonul körbe az év során. Ha a Hold pályasíkja is pontosan egybeesne az ekliptika síkjával, minden újholdkor valahol a trópusi égövben napfogyatkozás, és minden holdtöltekor hosszú teljes holdfogyatkozás lenne. A Hold pályasíkja azonban átlagosan $5^{\circ} 8' 43''$ -et zár be az ekliptikával, így többnyire elkerüli a kritikus kúpot. A Hold pályasíkjának az ekliptika síkjával való metszészvonala a csomóvonal, az éggömbön befutott pályája, ami szintén főkör, az ekliptikát két pontban metszi, ahol ezt délről északra mozogva teszi, az a felszálló csomó, ezzel 180° -kal átellenben van a leszálló csomó. Fontos tudni, hogy a csomóvonal 18.6 éves periódussal körbejár az ekliptikán. Fogyatkozás akkor lehetséges, ha mind a Nap, mind a Hold egyidejűleg a csomóvonal bizonyos szűk környezetében található. A 2.2. ábrán az is látszik, hogy ez a környezet a holdfogyatkozások esetén kisebb, mert ott a fogyatkozási kúp szűkebb, mint a Nap felőli oldalon. Egyszerű geometriai számításokból meg lehet határozni, hogy az ekliptikai hosszúságban maximálisan mekkora különbség lehet a telehold vagy újhold és a csomó közt, hogy fogyatkozás legyen megfigyelhető. A Nap–Föld–Hold rendszer változó geometriája miatt kétféle *fogyatkozási határ* van:

Fogyatkozás	biztos	lehetséges
napfogyatkozás	$15^{\circ} 21'$	$18^{\circ} 31'$
teljes napfogyatkozás	$9^{\circ} 55'$	$11^{\circ} 50'$
holdfogyatkozás	$9^{\circ} 30'$	$12^{\circ} 15'$
teljes holdfogyatkozás	$3^{\circ} 45'$	$6^{\circ} 00'$

Ha a Hold a megfelelő holdfázis bekövetkeztekor (a Hold és a Nap ekliptikai hosszúságának különbsége 0° vagy 180°) valamelyik csomóhoz a „biztos” távolságnál közelebb van, akkor a fogyatkozás biztosan bekövetkezik valahol, míg ha a „biztos” és „lehetséges” határok közt van a távolság, akkor ki kell számolni, hogy abban a konkrét esetben milyenek a geometriai viszonyok, lesz-e fogyatkozás, és milyen. A fogyatkozások számításánál a következő periódusok fontosak:

szinodikus hónap ($29^d530588$) két egymást követő azonos holdfázis közti idő;
drakonikus hónap ($27^d212220$) a Holdnak a felszálló csomón való két egymás utáni áthaladása közti idő;
anomalisztikus hónap ($27^d554550$) a Holdnak a földközelponton való két egymás utáni áthaladása közti idő;



2.2. ábra. A fogyatkozások geometriája: a) napfogyatkozás, b) holdfogyatkozás, c) a Hold pályahajlása miatt a keringések többségénél nincs fogyatkozás

tropikus év ($365^{\text{d}}.242199$) időszámításunk alapja, a Napnak a tavaszponton történő két egymás utáni áthaladása közti idő;

fogyatkozási év ($346^{\text{d}}.620031$) a Napnak a holdpálya felszálló csomóján való két egymás utáni áthaladása közti idő.

A drakonikus hónap a holdpálya csomópontjaiban ülő sárkányról (latinul *draco*) kapta a nevét, amely elnyeli a Napot, ha arra jár.

Ezekből a periódusokból és a fogyatkozási határokból következik, hogy egy (tropikus) évben legalább két és legfeljebb öt napfogyatkozás történik, míg holdfogyatkozás nem feltétlenül, de legfeljebb kettő. A legutóbbi „extrém” év 1935. volt, négy részleges és egy gyűrűs napfogyatkozással, valamint két teljes holdfogyatkozással, a legközelebbi ilyen zsúfolt év a 2206. lesz.

A napfogyatkozásokat többen is kiszámolták több ezer évre, a klasszikus ezek közül TH. OPPOLZER *Canon der Finsternisse* című könyve, amely a bécsi Császári és Királyi Tudományos Akadémia kiadásában 1887-ben jelent meg. A -1207 . november 10. és $+2161$. november 17. közti időszak adatait tartalmazza. (Itt és a továbbiakban a csillagászati évszámozás szerint vannak az évek feltüntetve, azaz i. e. 2. = -1 ., i. e. 1. = 0. és i. sz. 1. = $+1$.) Eszerint évszázadonként átlagosan 154 holdfogyatkozás van, amelyből 71 teljes; a napfogyatkozásokból 237 az átlag, ezekből 84 részleges, 77 gyűrűs, 10 gyűrűs-teljes és 66 teljes. Oppolzer emlékére 1983-ban H. MUCKE és J. MEEUS ugyancsak Bécsben kiadták a *Canon of Solar Eclipses –2003 to +2526* című közel ezer oldalas kötetet, amely újabb, valamivel pontosabb és bővebb adatokat nyújt, bár térképei nem annyira áttekinthetők, mint Oppolzeréi.

A fogyatkozások okát már az ókorban is ismerték, PLUTARKHOSZ jegyzi fel *Periklész élete* című munkájában, hogy Periklész éppen egy hadihajón tartózkodott, amikor a Nap elsötétült. A hajósok körében ez nagy riadalmat okozott. Periklész levette köpenyét, és a kapitány feje köré kerítette.

– Félsz? Rémisztó ez? – kérdezte tőle.

– Nem – felelt a kapitány.

– Akkor miért rémüldöztök? Nincs semmi különbség, csak valami, ami nagyobb a köpenyemnél, ugyanígy eltakarja a Napot – mondta Periklész.

A modern számítások szerint ez a napfogyatkozás -430 . augusztus 3-án történt. De nemcsak az okokat ismerték, az *Almagest* részletes leírást közöl arról, hogy hogyan kell a fogyatkozásokat kiszámolni. HIPPARKHOSZ a Hold parallaxisát is meghatározta a -309 . augusztus 15-i napfogyatkozásból, amely a Hellészpontosznál teljes, míg Alexandriában csak részleges volt. Még régebben, a babilóniai csillagászok ékirásos táblácskáin hosszú fogyatkozáslisták olvashatók, már ők is ismertek egy periódust, amelyet néhány évszázada, HALLEY 1691-es félreolvasása folytán *szárosznak* neveznek. A periódusokból:

223	szinodikus hónap	= 6585,3211 nap
242	drakonikus hónap	= 6585,3572 nap
239	anomalisztikus hónap	= 6585,5374 nap
19	fogyatkozási év	= 6585,7806 nap

Ezek közül az első a szárosz, amely 18 év és 10 1/3 napnak felel meg. Holdfogyatkozások megjóslására kiválóan alkalmas, és erre alkalmazták a babilóniaiak is. Találtak olyan szövegeket, amelyben a csillagász leírja, hogy többször is fölkelt éjszaka, de a várható fogyatkozás nem következett be, másrésről hosszú táblázatokat, amelyek a 18 év 10 napos periódussal ismétlődő holdfogyatkozásokat tartalmazták. A napfogyatkozások előrejelzésére azért kevésbé alkalmas a szárosz, mert az 1/3 nap miatt 120°-kal eltérő földrajzi hosszúságnál lesz a következő teljes napfogyatkozás. Ugyanakkor a szárosz az anomalisztikus hónapnak is közel egész számú többszöröse, ezért az egymás utáni fogyatkozások geometriája nagyon hasonló.

Kronológia

A fogyatkozásoknak a történettudomány nagy hasznát veszi, mivel ezek a jelenségek percre pontosan kiszámolhatók, így a régi krónikák uralkodók szerinti keltezései jelenlegi időszámítási rendszerünkbe beilleszthetők. Figyelembe kell venni azonban a rendelkezésre álló források megbízhatóságát is. Régi történetírók hajlamosak voltak jelentős uralkodók csatáit vagy halálát összefüggésbe hozni akkortájt történt napfogyatkozásokkal, vagy kitalálni egy fogyatkozást, ha nem is volt. A szövegekre is nagyon kell ügyelni, lehetőleg az eredeti forrást felhasználva. Eléggé elterjedt a legenda Hi és Ho kínai udvari csillagászkiról, akik (Oppolzer szerint) –2136. október 22-én – ittasak lévén – elfelejtettek előre jelezni egy fogyatkozást, és ezért életükkel fizettek. R. R. NEWTON szerint az eredeti, 1732-ben közzétett francia fordítás, amely egy, a Si Huang Ti császár által –222-ben elrendelt általános könyvégetést túlélte kínai szövegre hivatkozik, nem szól napfogyatkozásról, csak a Nap és a Hold „nem harmonikus” találkozásáról. Valószínűbb, hogy a nap- és holdnap-tár egyeztetésének problémájáról van szó, ha a kínai szöveg egyáltalán hiteles.

Mezopotámiában már az i. e. I. évezred közepén ismerték a szároszt, egyesek szerint ez volt az alapja milétoszi THÁLÉSZ jóslatának, amelyben (HÉRODOTOSZ szerint) előre jelezte a –584. május 28-i napfogyatkozást. Mivel a 18 évvel azelőtti, –602. május 17-i teljes napfogyatkozás a szároszban szereplő 1/3 nap miatt valahol a Távol-Keleten volt látható, valószínűbb, hogy Thálész a Holdnak a csomóponthoz való közelségét használhatta fel jóslatához. Hérodotosz egyébként elég szabadon bánt a tényekkel, napfogyatkozások

kat írt le a thermopüléi és szalamiszi csaták idején is, amikor biztosan nem voltak. THUKÜDIDÉSZ viszont pontosan írja le a –430. augusztus 3-i napfogyatkozást.

A legrégebbi többé-kevésbé hiteles megfigyelés Ugarit városából maradt fenn –1734. május 3-ról. Kínából is vannak feljegyzések ebből az időszakból (jóscontokon), de ezek nem azonosíthatók pontosan. Jelentős még a –762. június 15-i babiloni napfogyatkozás, ennek segítségével sikerült az asszír időszámítást a miénkhez rögzíteni. Egy európai feljegyzés jól mutatja, hogy mennyire gondosnak kell lenni. BEDA VENERABILIS *Historia Ecclesiastica* című 731-ben megjelent művének angol fordításában ez áll: „Urunk megtestesülésének ugyanezen 664. évében egy napfogyatkozás történt, május 3-án *reggel 10 órákor*”. A fordító automatikusan a mai időszámítást tételezte fel, holott az eredetiben „*hora circiter decima diei*” van, azaz „*a nap 10. órájában*”, ami az akkori szokás szerint napkeltétől napnyugtáig 12 órára osztott nappal alapján a mai 16^h-nak felel meg. Oppolzer számításai szerint ekkor valóban látható volt napfogyatkozás Nagy-Britanniában. (Megjegyzendő, hogy a Tiszteletre méltó Beda az, akinek jelenlegi, Krisztus születésétől számolt időszámításunk elterjesztését köszönhetjük.) Egy még későbbi, 891. aug. 8-i napfogyatkozás azonosítása a bizánci krónikákban tette lehetővé a magyar honfoglalás évének meghatározását (lásd még a „*Magyar*” napfogyatkozások című cikket).

Szekuláris változások

A kronológiában felhasznált napfogyatkozások tüzetesebb vizsgálatánál kiderült, hogy kisebb eltérés figyelhető meg a számítás és a megfigyelés közt. Ezt végül is a Hold mozgásának a dagálysúrlódás miatti szekuláris (hosszú távú) gyorsulásával magyarázták, ennek pontos meghatározására minél régebbi pontos megfigyelések szükségesek. A Föld forgását is lassítja a dagálysúrlódás, ez is jelentkezik a régi megfigyelésekben. Sokáig a Föld forgása volt az időszámítás, a világidő (UT) alapja. (Az itt leírtakhoz lásd még *A csillagászati időmérés száz éve* című cikket is.) Miután kiderült, hogy ez nem egyenletes, a bolygók és a Hold pálya menti mozgásán alapuló, mai tudásunk szerint egyenletes időskálát vezettek be, az *efemeris-időt* (ET). A megfigyelések azonban UT szerint történnek, a két időskála közti különbség, a nevezetes ΔT ezekből határozható meg. A távcsöves észlelések korától kezdve ez viszonylag egyszerű feladat, de 1610 előtt minden egyes pontos megfigyelés, mint pl. Clavius 1567-es római napfogyatkozása (lásd *A csillagászat legújabb eredményei* részben a *Clavius napfogyatkozásai* című hírt) nagyon értékes lehet.

A Hold mozgásának pontos meghatározására is használták a fogyatkozásokat, egyeztetve a totalitás bekövetkeztének pontos idejét az előre kiszámítottal. Egy évszázada néhány másodperc eltérés, vagy a totalitás sávjának néhány tucat kilométeres hibája még megszokott volt. A teljes fogyatkozás határát egyszerű megállapítani, a fotoszféra ui. nagyon fényes, tehát feltűnően látszik, ha csak egy kis darabja is fedetlen marad. Az 1925. január 24-i napfogyatkozás totalitási zónája New Yorkon is áthaladt, a számítások szerinti határa a Riverside Drive-ot valahol a 83. és a 110. utca közt keresztezte, másfél kilométer bizonytalansággal. Ezért a 72. és a 135. utca közt minden sarkon, lehetőleg a házak legfelső emeletén 69 önkéntes megfigyelő nézte a fogyatkozást, és az esemény után rögtön jelentette egy központba, hogy mit látott. Csak egy volt köztük bizonytalan, a többi 68 határozottan el tudta dönteni, hogy teljes fogyatkozást látott-e, mint az az önkéntes, aki a Riverside Drive 240. alatt volt, vagy látott-e egy kis darabot a fotoszférából, mint a Riverside Drive 230. alatt. A teljes fogyatkozás határát így 225 láb (70 méter) pontossággal meg lehetett határozni. Ilyen megfigyelésre Magyarországon is lenne lehetőség 1999-ben, Kecskemét és Cegléd közt az országút szélén 50–100 méterenként elhelyezkedő megfigyelőkkel a fogyatkozás számított határának két oldalán fél kilométer távolságig, bár manapság, hála az Apollo-programban feljuttatott lézertükröknek, a Hold mozgását már deciméter pontossággal követni tudják a csillagászok.

Másik jelentős feltételezett változás a Nap átmérőjének esetleges csökkenése, amely következik a csillagfejlődési elméletekből, viszont rendkívül lassú folyamat. Ha valóban mérhetően zsugorodna a Nap, ennek hatása lenne a Nap összszugárzására, és így a Föld klímájára is. Több, mint egy évszázadnyi greenwichi meridián-mérésekből J. EDDY 1980-ban a Nap átmérőjének évszázadonkénti kb. másfél ívmásodperces csökkenését állapította meg, ami egészen valószínűtlenül nagy érték. Ennek ellentmondanak a régi napfogyatkozás-észlelések. Halley pl. összegyűjtötte az 1715. május 3-i angliai napfogyatkozás megfigyeléseit, amiből megállapítható volt a totalitási zóna szélessége, így a Nap látszó átmérője is, ami 0'3-nél jobban nem tért el a jelenlegi adattól.

Kromoszféra, korona

Egészen megdöbbentő, hogy az 1800-as évek elején mennyire csekély volt még az a tudás, ami az égitestek, így a Nap fizikai felépítésére vonatkozott. 1800 körül W. HERSCHEL még komolyan feltételezte, hogy a Nap hideg, és így lakható égitest, amelyet fénylő felhőréteg vesz körül. Az energiamegmaradás törvénye csak 1840 körül, a hőmérsékleti sugárzás törvényei csak

a század végére váltak ismertté. A századfordulóra viszont már mai ismereteink nagy része összegyűlt. A fogyatkozások iránti érdeklődést elősegítette egy angol amatőr, F. BAILY 1836-os megfigyelése. Egy épphogycsak gyűrűs napfogyatkozaskor fényes pontokat látott a Hold pereménél: a Hold völgyein keresztül látszott a fotoszféra. 1842. július 8-án Dél-Európában volt megfigyelhető teljes fogyatkozás, amire összegyűltek a világ vezető csillagászhai. Szerencsére a napkorona rendkívül fényes volt, és három hatalmas, vörös protuberancia is lebegett az „elsötétített” napkorong felett. Ez a látvány, valamint H. SCHWABE felfedezése a napfoltciklusról, amelyet 1843-ban tett közzé, különösen azután, hogy többen is felfedezték a napfoltszám és a földmágneses háborgások számának párhuzamos menetét, nagyon felkeltette az érdeklődést a napfizika iránt. (Az 1842. július 8-i teljes napfogyatkozás Magyarországon is látható volt, lásd a „*Magyar*” napfogyatkozások című cikket.)

Még két jelentős újítás történt a megfigyelési módszerekben, a színeképelemzés és a fényképezés. J. FRAUNHOFER már 1814-ben megfigyelte a Nap színeképében a sötét vonalakat, BUNSEN és KIRCHHOFF az 1860-as években kifejlesztették a színeképelemzést, kimutatva, hogy a Nap sötét vonalai megfelelnek a laboratóriumban izzított gázok fényes vonalainak. A fényképezéssel már 1851-ben kísérleteztek, de az első siker az 1860. július 18-i spanyolországi napfogyatkozás volt. Ekkor W. DE LA RUE az atlanti, A. SECCHI pedig a földközi-tengeri parton fényképezte a napkoronát, megállapítva, hogy valóban a Naphoz tartozik, nem a Hold légköre, vagy a földi légkörben szórt fény, és a protuberanciák is a Nap felszíne felett lebegnek. Ezenkívül a protuberanciák vörösen világító anyaga is teljesen körülvéshi a Napot. Ezt a réteget az angol N. LOCKYER később *kromoszféra*nak nevezte el.

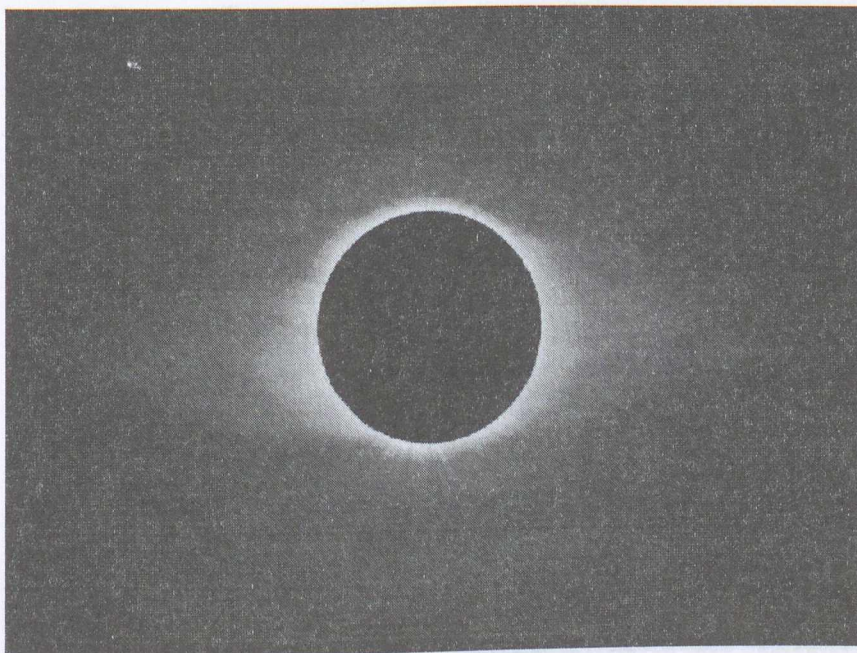
Kirchhoff kutatásai indokolták a színeképelemzés bevetését, mivel a protuberanciák feltehetően gázfelhők. Így az 1868. augusztus 18-i napfogyatkozásra Hátsó-Indiába hat expedíció indult. Valóban, fényes vonalakkból álló színeképet találtak, legfényesebbek a Fraunhofer-féle *C* és *F* (a hidrogén vonalai) voltak, és volt még egy sárga vonal is, a nátrium *D* vonala helyén, ami meglepte a kutatókat. Janssennek feltűnt, hogy a vonalak nagyon fényesek, és a protuberanciák csak ezekben a színekben világítanak, ezért a fogyatkozás után a napperemre állítva a spektroszkóp részét, fogyatkozás nélkül is meglátta a protuberanciákat. Ugyanez eszébe jutott Lockyernek is, aki „csak úgy”, fogyatkozás nélkül, 1868. október 20-án kipróbálta új, nagyteljesítményű spektroszkópját, és megpillantotta a protuberanciákat. Mindketten beszámoltak a Francia Akadémiának megfigyelésükről, és különös véletlen folytán az Akadémia ugyanazon ülésén ismertették a két megfigyelést, amelyet olyan jelentősnek találtak, hogy emlékérmét is vertek tiszteletére, Janssen és Lockyer kettős képével. Lockyer 1868. november 15-én megállapította, hogy a sárga protuberancia-vonal nem azonos hullámhosszú a nátrium *D* vonalával, ezért

egy új elemnek, a *héliumnak* tulajdonította, amit később a Földön is megtaláltak. Nem minden színeképvonal volt azonban ilyen egyszerű eset. Az 1869. augusztus 7-i fogyatkozásnál a napkorona színeképében egy feltűnő, fényes, zöld vonalat találtak, amely közel volt ugyan egy vas-vonalhoz, de nem volt vele azonos. Kézenfekvő volt erre is egy új elemet feltételezni, amit *koróniumnak* neveztek el.

Az 1870. december 22-i napfogyatkozásnál Spanyolországban figyelte meg először YOUNG a *flash-spektrumot*, a sötét Fraunhofer-vonalak fényes felvillanását néhány másodpercre, amikor a Hold a fényes fotoszférát már eltakarja, de a kromoszféra még látható. A jelenség rövid időtartama miatt a fényképezésre várt a rögzítés feladata. Így 1883 után gyakorlatilag minden megfigyelt teljes fogyatkozás alkalmából készültek flash-spektrum észlelések, hogy a kromoszféra szerkezetét felderítsék.

A korónium titkát végül EDLÉN és GROTRIAN fejtették meg 1938 és 1942 közt, mikorra már ismertté vált a színeképvonalak keletkezésének folyamata, és kapcsolatuk az atomok szerkezetével. Kiderült, hogy a napkorona nehezen azonosítható színeképvonalai erősen ionizált vas-, nikkel- és kalciumatomoktól származnak, ami a korona magas, 1–2 millió fokok hőmérsékletére utalt. A folyamatok, amelyek a korona ritka gázait ennyire felhevítik, még ma sem teljesen tisztázottak, de a mágneses terek mindenképpen nagy szerepet játszanak bennük. Az elmúlt több, mint száz év alatt alaposan megismertük a napkoronát. A fogyatkozások alkalmából megfigyelhető korona három összetevőre bontható, a *K*-, *E*- és *F*-koronára. A *K(ontinuum)*-korona színeképe folytonos, fénye erősen polarizált, a fotoszféra szabad elektronokon szóródó fénye. A magas hőmérséklet miatt a gyorsan mozgó elektronok a Doppler-hatás miatt kiszélesítik, elmosás a Fraunhofer-vonalakat. Az *E(missziós)*-korona fénye a sokszorosan (9–14-szeresen) ionizált vas-, nikkel-, kalciumatomok fényes színeképvonalaiból áll, az egyes vonalakat kiválasztva különböző hőmérsékletű tartományokat lehet vizsgálni. Az *F(fraunhofer)*-korona már nem is annyira a Nap légköréhez tartozik, a Nap és a Föld közti térrészben lévő bolygóközi porszemeken kis szög alatt szóródó fény, ezért színeképe a fotoszféráéval azonos.

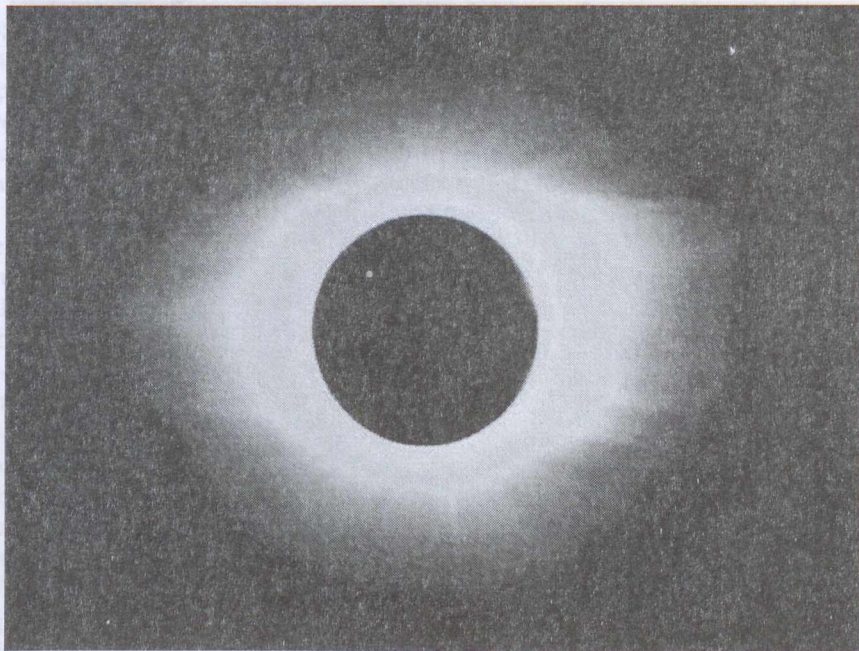
A napkorona alakja és fényessége változik a naptevékenységi ciklussal. Minimum idején halványabb és a Nap egyenlítője irányában kétoldalt erősen megnyúlt, míg a sarkok táján kefeszerű szálak figyelhetők meg. Maximum idején sokkal fényesebb, szimmetrikus körvonalú, de „kócosabb”, mivel az egyenlítői távolabbi napfoltcsoportok mágneses tere alakítja formáját. Ezek a változások jól láthatók a két legutóbbi jelentős fogyatkozás képein (2.3., 2.4. ábra): 1995-ben gyakorlatilag minimum volt, míg 1998-ra a naptevékenység már erősen megnövekedett (lásd *A csillagászat legújabb eredményei* részben a *Az új napciklus kezdete és várható nagysága* című hírt).



2.3. ábra. A napkorona az 1995. október 24-i indiai napfogyatkozásakor. FRED ESPENAK (NASA GSFC) felvételeiből összeállította WENDY CARLOS. Tipikus minimum-korona, halvány, a Nap egyenlítője mentén távolra kinyúló „szárnyas” forma, a sarkok környékén a Nap általános dipól mágneses terét kirajzoló kefeszerű koronaszállakkal

Jelenlegi korona-kutatások

Az E-korona észlelésére B. LYOT az 1930-as években kidolgozta a *koronográf*ot, ami a fényszóródást különleges módszerekkel csökkentő távcső. A koronográfot magas hegyen állítják fel, hogy kevesebb legyen a légköri szórt fény, és a (többnyire zöld) korona-színképvonalra hangolt speciális szűrővel végzik a megfigyelést. A fényes fotoszférát letakarva az E-korona belső része, a napkorong peremétől kb. 0.1–0.2 napsugárra hozzáférhető. Az igazi áttörést azonban a mesterséges holdak hozták, mivel a légkörön kívül valóban elegendő csak letakarni a távcsövön kívül vagy belül a napkorongot, és láthatóvá válik a kb. egymilliószor halványabb napkorona. Ezenkívül a légkör által egyébként elnyelt ibolyántúli színképvonalakban is végezhető vizsgálatok, sőt, az 1–2 millió fokalás gáz hőmérsékleti sugárzása a 15–30 Å hullám-



2.4. ábra. Az 1998. február 26-i napkorona (Venezuela). CESAR BRICENO (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics) felvétele. Átmeneti típusú korona, fényes, már elég szimmetrikus és „kócos”, de a sarkok környékén még láthatók a mágneses teret kirajzoló koronaszálak

hosszúságú röntgentartományba esik (amelyben a 6000 K-es fotoszféra sötét), így röntgentávcsövekkel jól megfigyelhető a korona szerkezete, még a napkorongon is. Ezekből a megfigyelésekből alakult ki jelenlegi képünk a napkoronáról, amely szerint a fotoszférikus mágneses terek alakítják ki szerkezetét, a zárt erővonal-hurkokban sűrűbb, fényesebb a korona. A bolygóközi tér felé nyitott mágneses terek helyén sötétebb, ezek a *koronalyukak*. A Nap felszíne felett 1–2 napsugárnyira a gázrészecskék elérik a szökési sebességet, ezért a napkorona állandóan „párolog”, néhány száz km/s sebességű részecskeáram indul sugárirányban kifelé belőle, a *napszél*, amelyet már a Neptunuszon túlra sikerült követni, ez alakítja a bolygóközi tér szerkezetét. A napszél zavarait a Földön is megérezzük, *mágneses viharok* formájában. Zavarokat okozhatnak flerek, a koronalyukakból induló gyors napszél-nyalábok, vagy az alig egy évtizede felfedezett *korona-kitörések* (Coronal Mass Ejection = CME). A koronakitörésekben egy fler, vagy egy elszabaduló protuberancia lökéshullámot indít el a napkoronában és a napszélben, amely eljuthat a Földre és tovább is.

A *SOHO* űrszonda jelenleg a Nap és a Föld közt, a Földtől 1.5 millió km-re, két éve folyamatosan végez korona-megfigyeléseket, így a teljes napfogyatkozások jelentősége mára már lecsökkent a csillagászok számára.

Egyéb megfigyelések

A napfogyatkozások lehetőséget adtak a fény elhajlásának megfigyelésére a Nap gravitációs terében. Ezt EINSTEIN általános relativitáselmélete jósolta meg. Eszerint a Nap pereménél lévő csillagok látszólag $1''.7$ -cel sugárirányban kifelé mozdulnak, a Naptól való távolsággal az elmozdulás fordítottan arányos. Lefényképezve a csillagokat a napfogyatkozás idején, majd *ugyanazzal a távcsővel* néhány hónap múlva a Nap nélkül, a látszólagos elmozdulás megmérhető. Röviddel Einstein bejelentése után, 1919. május 29-én Brazíliában volt egy teljes napfogyatkozás, amely a fenti mérés szempontból ideális volt, ugyanis a Nap a Bika csillagképben sok, viszonylag fényes csillag háttére előtt volt látható. Az angol expedíció ötletesen az összehasonlító képeket a fotólemez hátoldalán keresztül exponálta, így a felvételek közvetlenül összeillesztve voltak összehasonlíthatók. Az elmozdulás nagysága elég nagy pontossággal megfelelt a számítottnak. Azóta a rádióhullámokra sokkal pontosabban sikerült ezt a mérést elvégezni kvazárok helyzetének mérésével, még napfogyatkozás sem kell hozzá, mert a Nap minden évben elhalad a 3C273 és a 3C279 rádióforrások mellett. A rádióméréseknek is megvannak a nehézségei, a napkorona és a földi ionoszféra által okozott zavarok, de ezeket figyelembe lehet venni.

Napfogyatkozáskor a Hold leárnyékolja a Napnak a légkörbe érkező ibolyántúli és röntgensugárzását, amelyek a légköri elnyelés következtében egyébként sem jutnak le hozzánk. Ez geofizikai hatásokat is okoz, az ionoszféra elektronsűrűsége erősen csökken, leginkább az alsó, legsűrűbb D-rétegben, ahol gyors a rekombináció. A hatást közvetlen helyszíni rakétás mérésekkel is megállapították 1970. március 7-én az USA fölött. Ugyanekkor és 1973. június 30-án a légkörben a napfogyatkozás keltette gravitációs hullámokat¹ is sikerült kimutatni. Azt, hogy az ionoszféra változásában a fényes korona-kondenzációk eltakarása játszik szerepet, már 1940. október 1-jén megfigyelték.

A hirtelen fellépő sötétség az élőlényekre is hatással van, a megfigyelések szerint minél fejletlenebbek, annál inkább. A méhek hazarepülnek „éjszákára”, a madarak megzavarodnak, de a kutyák, macskák nem törődnek a fogyat-

1. Ezeknek a hullámoknak (nevük azonosságán kívül) semmi közük az általános relativitáselméletben szereplő gravitációs hullámokhoz!

kozással. Postagalambokkal is végeztek kísérletet, de az nem hozott határozott eredményt.

Az eddigiekből kitűnik, hogy bár a napfogyatkozások megfigyelésének tudományos fontossága kisebb, mint a múltban, de még ma sem elhanyagolható, nem is beszélve a feledhetetlen élményről. Ha borult lesz az idő, sajnos, csak azt vesszük észre, hogy lassú szürkület után hirtelen néhány percre éjszakai sötétség áll be délben. Reménykedjünk, hogy nem így lesz!

Irodalom

- [1] F. ESPENAK, J. ANDERSON: *Total Solar Eclipse of 1999 August 11*. NASA Reference Publication 1398, March 1997.
- [2] H. MUCKE, J. MEEUS: *Canon of Solar Eclipses –2003 to +2526*. Astro-nomisches Büro, Wien, 1989.
- [3] S. A. MITCHELL: *Eclipses of the Sun*. (5th. ed.) Columbia University Press, New York, 1951.
- [4] R. R. NEWTON: *Ancient Astronomical Observations*. The Johns Hopkins Press, Baltimore, 1970.
- [5] TH. V. OPPOLZER: *Canon der Finsternisse*. Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, LII. Band, Wien, 1887.
- [6] J. B. ZIRKER: *Total Eclipses of the Sun*. Van Nostrand Reinhold, New York, 1984.

WWW anyagok

<http://planets.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html>

Napfogyatkozás honlap

<http://pao.gsfc.nasa.gov/gsfcc/eclipse/eclipse.htm>

NASA Goddard Space Flight Center fogyatkozás lap

<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/eclipse.1998.html>

Az 1998. februári fogyatkozás

<http://umbra.nascom.nasa.gov/eclipse/images/>

[eclipse.images.html](http://umbra.nascom.nasa.gov/eclipse/images/) Napfogyatkozás képek

<http://www.wendycarlos.com/eclipse.html>

Napfogyatkozás képek

<http://cfa-www.harvard.edu/cfa/hotimage/>

Harvard—Smithsonian Center for Astrophysics képek

<http://innin.elte.hu/se-99.html>

A hivatalos magyar napfogyatkozás honlap

<http://fenyi.sci.klte.hu/~kalman/99fogy.html>

Ez a cikk HTML formátumban, képekkel

Szabó Sándor

Az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás

Részleges napfogyatkozást, amikor a Hold a Napnak csak egy részét fedi el, életünk során többször átélhetünk. A részleges fogyatkozás a Föld nap-pali felének kontinensnyi méretű területeiről látszik. Nem tartozik feltétlenül centrális (azaz teljes vagy gyűrűs) fogyatkozáshoz, hiszen közepes szélességekről részleges fogyatkozás olyankor is látszik, mikor a holdárnyék nem érinti a Földet, elsuhan a sarki területek „fölött” néhány ezer kilométerrel.

Hiába kapcsolódik a részleges és a teljes fogyatkozás egymáshoz, a kétféle jelenség látványa, a két fázis élménye nagyon különböző. A totalitás néhány percéért emberek százai-ezrei — köztük amatőr és szakcsillagászok — hajlandók elutazni a világ legeldugottabb sarkaiba is. Több hónapot, évet töltenek felkészüléssel, hatalmas összegeket költenek utazásra és felszerelésre, hogy aztán sarkvidéki hidegben vagy sivatagi hőségben néhány percet eltöltsenek a holdárnyékban. Aki még nem volt tanúja teljes napfogyatkozásnak, nehezen érti meg ezt a fajta lelkesedést. Szerencsére, hosszú szünet után 1999. augusztus 11-én a déli órákban szinte ki sem kell mozdulnunk lakóhelyünkről, és az élmény házhoz jön.

Ez sokaknak valóban soha vissza nem térő alkalom lesz. A teljes napfogyatkozás a természetnek sajnos nagyon ritka jelensége¹. Nagyon sok ember élete telik el anélkül, hogy egyszer is tanúja lehetne ennek. Adott földrajzi helyet átlagosan 410 évenként érint egyszer az umbra, ez kb. 16 emberöltőt tesz ki. Átlagos fogyatkozásnál tízezer emberenként mindössze egy olyan szerencsés, hogy lakóhelyén láthatja a fogyatkozást. Ne gondolja senki, hogy Magyarországon szerencsésebb helyzetben van, mivel nálunk minden évszázadban látszott fogyatkozás, hiszen az umbra vonalába nem kerül be a teljes ország. Legutóbb, 1842. július 8-án a totalitás a Kisalföldről és a Felvidékről látszott (lásd

1. Hiába ritka a teljes napfogyatkozás a Földön, a Naprendszer nagyobb holdakkal rendelkező égitestjeinél szokványos jelenségnek számít. A Jupiter rendszerében szinte hétköznapi, hiszen az óriásbolygó négy legnagyobb, Galilei-féle holdja szinte naponta produkál a Földről is jól megfigyelhető árnyékjelenséget. Elegendő egy kis távcsövet a Jupiter felé irányítani, hogy láthassuk „kívülről” a teljes napfogyatkozást. 1999.08.11-e körül is jó néhány jelenséget felsorol a Csillagászati évkönyv.

a „Magyar” napfogyatkozások című cikket), most Közép-Dunántúl és a Dél-Alföld kerül sorra, legközelebb pedig 2081. szeptember 3-án a Dél-Dunántúl borul árnyékba.

Európa központi területén 1961 óta nem volt teljes napfogyatkozás². Az 1999-es az évezred utolsó teljes napfogyatkozása (mivel 2000-ben a holdárnyék nem érinti a Földet, csak 2001. június 21-én lesz egy majdnem 5 perces totalitás Közép-Afrikában). A sok kilences és a ritka esemény sok szenzációra éhes fantáziát fog megmozgatni, és a megfigyelésen, bemutatáson és ismeretterjesztésen kívül valószínűleg az álhírekkel szemben is fel kell majd lépünk.

A totalitás élménye

A színjáték az első kontaktussal kezdődik. Távcsovünket már idejekorán felállítottuk, felszerelésünk készen áll a nagy eseményre. A kíváncsiskodók csoportosulnak a távcső körül (a jelenség elején mindig jóval többen vannak, mint a végén). A nyári melegben a Nap pereme nagyon hullámszik a távcső látómezejében. Közeledik a pillanat, amikor a Nap és Hold, a Földről látszó két legnagyobb szögátmérőjű égitest először érinti egymást. Erősen figyelünk: jó helyen nézünk? A Napon nincsenek állandó felszínformák, nincs mihez viszonyítani. Csak az égtájakat használhatjuk, bár zavaró, hogy a csillagászati távcsőben fordított képet látunk, a lencsés műszerekre szerelt zenitprizma pedig még ezt a feje tetején álló világot is megtükrözi. Az óragépet kikapcsoljuk, amerre elmozdul a Nap, arra van nyugat. Onnan érkezik a Hold. Majdnem telibe találja a Napot, így a fázis növekedése sokkal gyorsabb lesz, mint azt az eddigi részleges fogyatkozásoknál tapasztalhattuk. Még mindig csak a peremhullámszást látjuk. Aztán egyszeriben az egyik hullám mintha nem fodrozódna tova, egy helyben marad, sőt szemmel láthatóan növekszik. Ez már biztos, megérkezett a láthatatlan Hold. A matematika és az égi mechanika iránti tiszteletünk tovább növekszik, hiszen a THEODOR OPPOLZER által 1887-ben kiadott hatalmas mű, a *Canon der Finsternisse* előrejelzései erről a pillanatról eddig hihetetlenül távolinak tűntek³.

Jó szemű észlelők 5–10 másodperccel az előre jelzett kontaktus után vesznek észre a Holdat, amint beleharapott a napperembe. Ennek legfőbb oka a nap-észlelők körében jól ismert peremsötétedés és a már említett légköri turbulenciák. Szabad szemmel, *szűrőn keresztül* (!) néhány perc elteltével már látszik a

2. 1990 július 22-én Finnországban napkeltekor, a horizonton volt teljes napfogyatkozás, de ennek megfigyelését a felhőzet sokak számára megakadályozta.

3. A jól ismert mű 8000 napfogyatkozást és 5200 holdfogyatkozást tartalmaz i. e. 1207-től i. sz. 2161-ig.

piciny görbület, amely percről percre lassan növekszik. Az első pillanatok után izgalom aztán alábbhagy a tűző napon, ahogy a fogyás lassan halad előre. Kb. 30%-os fázisnál már az egészről semmit sem tudó, pusztá szemlélődő is észrevesz valami szokatlant, 50% felett már biztosan érezzük a megváltozott fényviszonyokat. Belepillantva a vakító napkorongba (amit nem ajánlunk feltétlenül kipróbálásra) beleég retinánkba a „fél-Nap”. Elképzelhető, hogy a régi kor emberében milyen rémületet váltott ki, amikor a Nap kezdett elfogyni.

Most már érezzük, hogy ez nem egy közönséges nap lesz, bár az események még mindig lassan haladnak, telnek a tízpercek, félórák. Aztán ahogy növekszik a fázis, mintha az események is gyorsulnának. Az égbolt még mindig fényes, de a kékség mintha sötétebb lenne. Az árnyékok és a fényviszonyok fátyolosak lesznek. Telnek a percek, a fázis már kb. 80%-os, a táj fémes-szürkés színű. A teljesség előtt negyed órával az égbolt nyugati része jól láthatóan sötétebb, mint a keleti, függetlenül attól, hogy a Nap hol tartózkodik. A fogyatkozó napsarló vakítóan fényes, még mindig csak szűrővel szabad belenézni, de az ég már szürkés-kék. A nyugatról növekvő sötétség eléri a Napot és körbefogja. Már nem a Nap környezete a legfényesebb, ahogy megszokhattuk. Öt perccel a totalitás előtt a nyugati ég sötétsége már nagyon feltűnő. Olyan, mint egy közeledő, hang nélküli vihar. A sötétség szétterjed a horizonton, de a legelső néhány fok nyugat felé sárgás-narancsos ívként fénylik (ez a közeledő holdárnyék mögötti több száz kilométer távolságra lévő terület).

Közeledik az esemény tetőpontja. A percekből másodpercek lesznek. Már csak egy hajszálvékony sarló látszik a Nap helyén. Az ég gyorsan sötétedik, leginkább a Nap körül. A Nap figyelésén kívül szakítsunk időt a táj változásainak megfigyelésére is. Sajnos az idő nagyon gyorsan halad, az események párhuzamosan több színpadon, körös-körül zajlanak. A napsarló már a távcsőben is hihetetlenül vékony, fokozatosan szűkül. Ilyen rövid fogyatkozásnál, amikor a Hold mérete csak alig haladja meg a Napét, szélesen ívelő vékony sarlót várhatunk. Aztán ahogy sötétedik, a sarló gyorsan szűkül, feldarabolódik. A legmagasabb holdi hegyek először csak a pólusoknál, majd már mindenütt elérik a napfelszín, és csak a völgyeken süt át az utolsó az utolsó napfény, ez a fényfüzér más néven *Baily gyöngyszemei*. A keleti oldal gyöngyfüzére mögött a másik, nyugati oldalon halványan feltűnik a Hold pereme. A sötét holdkorong halvány sziluettje a Nap gyöngyházfényű halója előtt látszik. Kezd feltűnni a korona, amely a napfogyatkozások talán legkülönösebb jelensége. A keleti oldalon a gyöngyfüzér nagyon gyorsan, másodpercről másodpercre változik. Egyik fényfolt elhalványul és eltűnik, de a másik felszakadozik, állandóan újabbak formálódnak. Néhány tized másodperc, és már csak egyetlen ragyogó rész marad a Napból. A legmélyebb völgyön még áttetszik a fotoszféra vakító felszíne és úgy fénylik a sejtelmesen látszó holdi sziluett peremén, mint egy égbolton lebegő gyűrű egyetlen hatalmas gyémántja (l. a B4. színes

képet). Ez a *gyémántgyűrű-effektus* is csak egy pillanatig tart, és az utolsó napfény is elenyészik. Itt a totalitás.

Ahol eddig a Nap állt, most egy sötét lyuk van az égen, körülvéve a korona halvány gyöngyházfényű fénylésével, amely nagyjából a telehold összfényességével világít. A fehér korona és a Hold sötét sziluettje között kis vörös foltok látszanak a keleti peremen. Ezek a Nap alsó légkörében látszó protuberanciák.

Nagyon különleges érzés, hogy a totalitás vonalában állunk. A Hold árnyéka 112 km szélességű a felszínen (a nagy tengelye mentén) és 680 métert tesz meg másodpercenként (2450 km/h), azaz a hangsebesség közel kétszeresével halad tova. Az umbra vonala a felszínnek csak 0.2%-át érinti, de ennek nagy részét is legtöbbször tengerek, óceánok vagy nehezen megközelíthető területek fölött teszi meg. Most pedig olyan hihetetlen, hogy a holdárnyék közepén állunk. Elég sötét van ahhoz, hogy könnyen látható legyen a Merkúr, Vénusz és a legfényesebb csillagok, talán 10-15-öt számolhatunk meg. De mégis teljesen sötét. A horizonton körülnézve minden irányban narancsos-sárgás fénylést láthatunk — az umbrán kívüli megvilágított légkömeget, ez emlékeztet arra, hogy a teljesség nem tart örökké, még egy perc és tovatűnik ez a mulékony pillanat.

Most már tisztán megfigyelhető a korona szálas szerkezete, amelynek formája sohasem állandó, főként a napmágnesség változásaitól függ. Amint mozog a holdkorong a Nap előtt, a keleti oldalon eltűnnek a protuberanciák, már csak a legmagasabbak látszanak. Közben fokozatosan előjönnek a nyugati perem vörös protuberanciái. A múltó percek jelzi az is, hogy az égbolt nyugati része egyre világosabb, miközben a keleti horizont sötétedik. Még néhány másodperc és már vége is a totalitásnak, pedig éppen csak elkezdtünk szemlélődni. Felvillan a napfény a másik perem egyik mély völgyében. Pillanatok alatt egyre több helyen villan át a napfény, a gyöngyfűzér fénycsomói keskeny napsarlóvá olvadnak össze. Már tehetjük is vissza a lencsék végére a napszűrőket, olyan vakító a fény. Az umbra sötét árnyéka hang nélkül tovasuhan rajtunk keresztül kelet felé.

A fennmaradó közel másfél órában már csak a levonuló Holdat láthatjuk. Az izgalmak elmúltával már csak kevesen fogják megvárni az utolsó kontaktus pillanatát, amikor a két korong utoljára érinti egymást.

Kontaktusok megfigyelése

Az amatőr csillagászokban mindig felmerül a kérdés, hogy megfigyelési adataikat a csillagászat tudománya használni tudja-e? Ennek nagy hagyományai

vannak, hiszen még manapság is jó néhány olyan területe van a tudománynak, ahol az amatőrök adatait felhasználják.

Így kézenfekvő a gondolat, hogy ilyen ritka eseménynél, mint a napfogyatkozás, biztosan van olyan megfigyelési mód, ahol hasznos mérést tehetünk. A Hold pálya menti pozícióját legpontosabban csillagfedések vizuális és fotoelektromos megfigyelésével mérhetjük meg. Évente közel tízezer amatőrök által végzett mérést gyűjt össze a Japánban működő *ILOC* és így a Hold pályáját néhány század ívmásodperces pontossággal képesek meghatározni (ez a holdpálya távolságában kb. 20 méter!) Ha ilyen pontosan ismerjük a holdpályát, kézenfekvő a lehetőség, hogy a Nap pozícióját is megismerhetjük ilyen pontosan a napfogyatkozás kontaktusainak mérésével. Az elején már említettük, hogy az első és az utolsó kontaktus megfigyelhetőségét a légkör nagyon zavarja, itt a megkívánt tized másodperces pontosságú időmérést nem lehet elvégezni. Viszont a második és harmadik kontaktus, azaz a teljesség kezdetének és végének ideje nagyon pontosan meghatározható az utolsó/első napsugár eltűnésével/előbukkanásával. A megfigyelés során a Baily-féle gyöngyfűzér szerkezetének változását kell rögzíteni az idő függvényében.

A Nap pozíciójának mérésével igazából a földpálya változásait mérhetjük. Bár erre vannak más módszerek is, precíz megfigyelésünkkel értékes adatokat szolgáltatathatunk. Viszont van egy még ennél is kritikusabb terület, a Nap poláris méretének vizsgálata. A napfelszín poláris régiójának érintkezését a holdperemmel a totalitás északi és déli határvonalán állva észlelhetjük. Mivel a holdperem nem egyenletes, hanem hegyek és völgyek profiljai szabdalják, a holdárnyék széle sem határozható meg egyszerűen.

Az International Occultation Timing Association észlelői az előre jelzett vonal környékén, arra merőlegesen kifelé kb. 800 m-re, befelé kb. 2400 m-re állva kb. 100 méteres pontossággal meghatározzák az árnyék aktuális méretét. Így a Nap sugara $0''.04$, azaz a Nap távolságában kb. 30 km pontossággal meghatározható.

A sok bizonytalanság miatt a legfontosabb megfigyelést nem a centrális vonalban (ahol a leghosszabb a totalitás), hanem az árnyék szélén tehetjük. Kevesen vállalják ezt a mérést, hiszen elszalasztják a napfogyatkozás talán legszebb részeit, a korona és a sötét égbolt élményét. Viszont sokkal hosszabb ideig, akár percekig részesülnek a gyöngyfűzér effektusban, az árnyéksávok sokkal erőteljesebbek, többször láthatják a gyémántgyűrűt, és a kromoszféra néhány tized másodperces felvillanásához képest hosszú másodpercekig gyönyörködhetnek látványában.

A napfogyatkozáshoz kapcsolódó jelenségek és megfigyelésük

Az alábbiakban az amatőr csillagászok és műszereik által megfigyelhető jelenségeket tekintjük át. Mint majd hangsúlyozni is fogjuk, az amatőrök legnagyobb szolgálatot a második és harmadik kontaktus gyöngyfüzér jelenségeinek rögzítésével tehetik. Megfigyeléseink során a legfontosabb a tized másodperc pontosságú időmérés és az észlelőhely legalább ívmásodperces földrajzi koordinátáinak ismerete.

Sajnos a Hold gyors mozgása miatt a teljes napfogyatkozás eseményei nagyon gyorsan követik egymást. Az alábbiakban sokféle jelenséget sorolunk fel, amelyek néhány másodpercebe összesűrítve követik egymást. A sötétség és az izgalmak fokozódása közepette könnyen elmulaszthatunk néhány eseményt. Sok veterán fogyatkozás-észlelő számolt be arról, hogy még nem is láttak pl. árnyéksávokat, mindig elmulasztották a kromoszféra vagy a gyémántgyűrű megpillantását. Minden esemény megfigyelése szinte biztos hogy nem fog sikerülni. El kell döntenünk, hogy fotózással (alapobjektívvel vagy távcsővel), videó-megfigyeléssel vagy pusztán szemléldéssel kívánunk foglalkozni. A döntés nehéz, de nincs hat kezünk és négy szemünk.

Az *időmérés* legkönnyebben egy *diktafonnal* tehető meg. A totalitás során olyan gyorsan fognak történni az események, hogy szinte lehetetlen megfigyelés közben jegyzetelni. Ha nem akarunk egy értékelhetetlen adatsorral emlékezni erre a nagyszerű eseményre, mindenképpen szerezzünk be egy diktafont vagy a terepen is használható magnót. A magnóra menet közben rámondhatjuk közlendőnket, az esemény hangulatát is élethűbben fogja tükrözni, és utólag minden időpontot kimérhetünk. *Fotózásnál* a fényképezőgép zárjának csattanásával utólag kimérhetjük a fotó készültének idejét, a magnóra pedig rámondhatjuk a felvétel adatait. Persze az időpontok kiméréséhez egy pontos időt sugárzó rádióadó jeleit is rögzítenünk kell. Rövidhullámokon Európában a szabványos frekvenciákon 2,5, 5, 7,5, 10, 15, 20 MHz-en kísérletezhetünk ilyen adók befogásával.

Ha nincs időjeladónk, akkor is tehetünk értékes megfigyelést. Közös megoldásként javasoljuk a *Kossuth rádió* középhullámon (540 kHz) sugárzott adásának rögzítését a fogyatkozás során. Az okkultáció szakcsoport tagjai több helyen referenciaként rögzíteni fogják a Kossuth rádió adását az időjelekkel együtt, és a beküldött kazettákról az időpontokat utólag ki fogjuk mérni.

A beszédes leírás és fotók mellett az egyre jobban elterjedő *videokamerával* szinte univerzális műszerhez jutunk. A fogyatkozás látványát mozgásban megörökítő műszer nagy fényességtartományokat képes átfogni, megörökít-

hető vele a környezet változása, a Baily-féle gyöngyfűzér, a belső korona és a protuberanciák, és egyben felveszi a kapcsolódó hangokat, időjeleket, így valóban ideális eszközhöz jutunk. Bizonyára már sokaknak van, vagy környezetükben található kamera, ezért biztatjuk az amatőröket használatára. Okkultációk megfigyelésére (főleg Amerikában) már régóta használnak videokamerákat, hiszen segítségükkel kb. 1/30-ad másodperces pontosságú időméréseket végezhetünk. Ez messze túlszárnyalja a vizuálisan, magnóval elérhető 1/5–1/10 másodperces pontosságot.

Méréseink csak akkor lesznek használhatók, ha *földrajzi pozícióinkat* legalább 30 méteres, videós mérés esetén legalább 10 méteres pontossággal ismerjük! Ennek kimérése kis utánjárást igényel, de megoldható. Ha a fogyatkozás napján nem ismerjük pontosan koordinátáinkat, nem gond. Fontos, hogy utólag és térképről jól azonosítható helyre álljunk, pl. két út (lehet földút is) kereszteződése, földmérők által kimért telek egyik sarokpontja, földmérési alappont stb. A környék tereptárgyait és az égtájakat vázoljuk fel egy papírra, hogy utólag azonosítható legyen a terület. A helyi földhivatalból (mérés előtt vagy után) kérjük ki megfigyelőhelyünk koordinátáit, ezeket már át tudjuk számolni világszerte használt vetületi rendszerbe.

Első kontaktus

A bevezetőben már említettük, hogy a hold- és napkorong első és utolsó találkozásának pontos megfigyelését nagyban megnehezíti a légköri hullámzás, itt tized másodperc pontos mérést nem tehetünk. A valódi kontaktusoknál kb. 5–10 s-os eltérést fogunk kapni időmérésünk során.

Napsarló, fény- és színváltozások

Nagyon különös jelenség, amikor a Nap felszínének már legalább 70–80%-a fedett. Nagyban megváltoztatja a környezet látványát, de a változások jellege az évszaktól, napszaktól, a Nap magasságtól, a tereptől és még sok egyéből nagymértékben függ. Széles látómezejű fotókat, videós körpanorámát készíthetünk néhány perces időközönként.

Hőmérséklet- és fényváltozás

A totalitás során a levegő hőmérséklete akár 5–10 °C-t is csökkenhet, egy fehér felületen pedig a fény csökkenését is mérhetjük.

Nyugatról közeledő árnyék

A totalitás előtt már kb. 15 perccel látható a több ezer kilométerre lévő, de folyamatosan közeledő holdárnyék.

Élőlények viselkedése a sötétedés közeledtével

A növények és állatok általában úgy viselkednek, mintha esteledne, némelyek idegesek lesznek, az emberek pedig még különösebben viselkednek. . .

Árnyéksávok

A totalitás közeledtével a vékony sarlón átszűrődő napfény és a levegő mozgásának hatására a felszínen hullámzó sávokat láthatunk. Előfordulásuk nagyon változó, több megfigyelő még sohasem látta, mások nem pazarolnak rá időt, miközben az égen több a látnivaló. Látványa olyan, mint az uszoda alján a hullámzó víz folyamatosan mozgó képe.

Korona

A totalitás előtt kb. egy perccel már előtűnik a korona legbelső része, majd a teljes sötétség beálltával ott pompázik több fokos átmérőjével. Leírásakor elragadtatott jelzőket szoktak használni, hiszen leginkább a korona látványa kötődik az átélt élményhez. Az emberi szem képes csak egyszerre átfogni belső és külső részeit. Fotózásakor többféle expozíciós időt is ki kell próbálnunk, hogy különböző részeit megörökíthessük. A fotókat digitalizálva és összedolgozva aztán megpróbálhatjuk szabad szemes látványát visszaadni (a legutóbbi időben egyre több ilyen próbálkozást láthattunk különböző magazinokban).

Baily-féle gyöngyfűzér

Csak kb. 5–15 másodpercig tart, amikor a legmagasabb holdi hegyek már elérték a napfelszínt, de a mély völgyeken még átsüt a fotoszféra fénye. A holdprofil meghatározásával kísérletet tehetünk a Nap méretének meghatározására is. Ehhez minél több helyszínről összegyűjtött sok-sok észlelésre van szükség. Legkönnyebben videokamerával vagy fotókkal rögzíthető az esemény.

Gyémántgyűrű

A Hold már teljesen fedi a napfelszínt, csak egyetlen mély völgyön ragyog át még a napfény, miközben a holdkorong körül már látszik a korona.

Második kontaktus

Az utolsó napfény is eltűnt, a totalitás elkezdődött.

Kromoszféra

A totalitás végén egyértelműbb. Néhány tized másodperces vöröses megjelenése inkább akkor érdekes, ha színekfelvételt tudunk róla készíteni.

Protuberanciák

A teljesség első és utolsó fél percében látványosak a napfelszínhez közeli vörös színű kitörések. A totalitás közepén csak a legmagasabbra felnyúló gázfelhők látszanak.

A korona alakja és kiterjedése

A belső, fényesebb korona már a totalitás előtti másodpercekben is látszik. Igazi kiterjedése a teljes sötétség beálltával lesz látható. Napátmérőben kifejezve milyen messze nyúlik? Kör alakú, vagy az egyenlítő mentén megnyúlt? Látszanak benne ívek, hurkok, lyukak?

Bolygók és csillagok

Csak három bolygó lesz a horizont fölött. A Vénusz és a Merkúr biztosan látszani fog, esetleg a Szaturnusz is az északnyugati látóhatár közelében. Rajtuk kívül kb. 5-10 fényes téli-tavaszi csillag fog az égen ragyogni (Pollux, Castor, Szíriusz, Procyon, Betelgeuse, Rigel, Capella, Aldebaran, Arcturus) (lásd az ábrát a táblázatoknál, a *Fogyatkozások, fedések* című részben).

A totalitás vége közeledik

Már a keleti horizont sötétebb, a Nap nyugati peremén előtűnnek a protuberanciák, a belső fényes korona, majd előtűnik a kromoszféra.

Harmadik kontaktus

Felvillan a napfény, majd ugyanazok a jelenségek következnek, mint a második kontaktusnál, csak fordított sorrendben (gyémántgyűrű, gyöngyfüzér stb.).

Negyedik kontaktus

Bő egy órával később, miután fokozatosan elvonul a Hold a Nap elől, utoljára érintkezik a két korong. Ezzel a pillanattal lezárult ez az izgalmas délelőtt.

Minden érdelemleset rögzítsünk, nehogy adataink elvesszenek! Az MCSE kíváncsi minden észlelésre, fotóra, ha adataink hiányosak, akkor is juttassuk el az adatgyűjtőnek, hiszen a részeredmények jól kiegészíthetik egymást.

Fotózás, videó

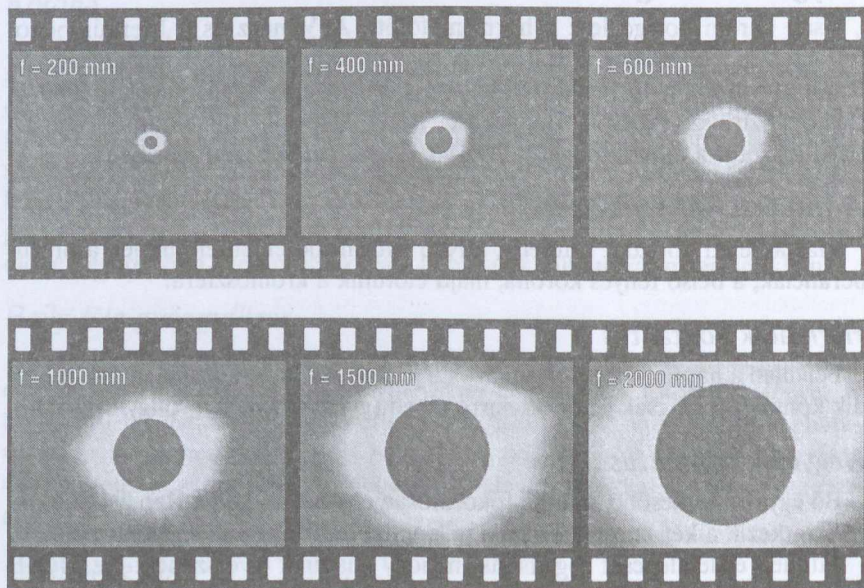
Bár a totalításra készülünk, a részleges fázis során készült fotók nagyon jól jellemezhetik az esemény hangulatát. Mindazonáltal *a legutolsó napsugár eltűnéséig nem szabad a Napba nézni szűrő nélkül, sem szabad szemmel, távcsővel,*

sem a fényképezőgép keresőjén keresztül. Ugyanazt a módszert használhatjuk a részleges fázis során, mint amit általában a napkorong fotózásakor.

Néhány tipp a részleges fázis fotózásához:

Ahhoz, hogy a Nap elég nagy legyen a fotón, 500–2000 mm-es fókusz távolságú műszerrel fotózzunk. Kb. 2500 mm-nél már a napkorong túlnyúlik a fotó látómezején. Ilyen fotókhoz már mindenképpen állvány szükséges. Kézből csak alapobjektívvel (35–50 mm) fotózzunk.

Vizuális napszűrőt nyugodtan használhatunk a fotózáshoz. A fotografikus napszűrők jóval több fényt engednek át, ezért használatuk nagyobb odafigyelést igényel. Alacsony érzékenységű filmek megfelelőek (*ISO 50, 100*), ezekhez rövidebb expozíciós idő és kisebb szemcsézettség tartozik.



3.1. ábra. A Nap képe 24×36 mm-es filmen, különböző fókusz távolságok esetén

A napfogyatkozást megelőzően legalább egyszer próbáljuk ki az expozíciós időket néhány héttel vagy hónappal korábban. Többféle módszerrel (pl. fókuszkezszerrel, okulárkivetítéssel, primer fókuszban) többféle expozíciós időt próbáljunk ki különböző napállásnál. Mindent jegyezzünk fel, és válasszuk ki a legmegfelelőbb módszerrel és idővel készült napképeket.

Vékony napsarlónál már többszörösére növelhetjük az expozíciós időt. Ez kompenzálja a Nap felületi fényességének csökkenését, ami a peremsötétedés miatt következik be.

Nagyméretű napkép esetén (1500–2000 mm fókusznál) a filmkocka szélén lévő napperemre fókuszáljunk, ne a kocka közepére. Több műszernél a fókuszt nem sík, hanem domború, ezért az élesség kicsit eltér a centrumban és a peremen.

Próbáljuk minél jobban csökkenteni a beremegést, pl. rövidítsük a fotóállvány lábait, használjunk kioldószínőt, a kereső felcsapódó tükrét előzőleg rögzítsük fel, ha lehetséges stb.

3.1. táblázat. Expozíciós idők a napfogyatkozás fotózásához

Film	Nyílásviszony								
25 ASA	1.4	2	2.8	4	5.6	8	11	16	22
50 ASA	2	2.8	4	5.6	8	11	16	22	32
100 ASA	2.8	4	5.6	8	11	16	22	32	44
200 ASA	4	5.6	8	11	16	22	32	44	64
400 ASA	5.6	8	11	16	22	32	44	64	88
800 ASA	8	11	16	22	32	44	64	88	128
1600 ASA	11	16	22	32	44	64	88	128	176
Jelenség	Expozíciós idő (s)								
Részleges, 4.0 szűrő	—	—	—	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125
Részleges, 5.0 szűrő	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15
Baily-gyöngysor	—	—	—	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125
Kromoszféra	—	—	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60
Protuberanciák	—	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30
Korona 0.1 R_{\odot} -ig	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8
Korona 0.2 R_{\odot} -ig	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2
Korona 0.5 R_{\odot} -ig	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1	2
Korona 1 R_{\odot} -ig	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8
Korona 2 R_{\odot} -ig	1/15	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8	15
Korona 4 R_{\odot} -ig	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8	15	30
Korona 8 R_{\odot} -ig	1/2	1	2	4	8	15	30	60	120

A *totalitás idején* ugyanazt a műszert használjuk, mint a részleges fázis idején, de minden napszűrőt távolítsunk el. Nagyon fontos, hogy a szűrő könnyen levehető és felhelyezhető legyen, hiszen sötétben, sietve kell dolgoznunk. Szint bármilyen fényképezőgéppel és objektívvel dolgozhatunk. Nagy látószögű,

vagy alapobjektívünk lehet hogy többet fog visszaadni a totalitás hangulatából, mint a távcsővel készült fénykép. De az alapobjektíves felvételen elég kicsi a napkorong, így sok részlet nem fog látszani a fotón. 50 mm-es objektívnel 0.5 mm-es a napkorong (a 24×36 mm-es film átmérőjének csak 1/80-ad része). 200 mm-es teleobjektívnel már 1.9 mm-es a korong, 500 mm-esnél képünk már 4.6 mm-es. 1000 mm-es távcső primer fókuszában a Nap már 9.2 mm-es. A korong szélén látszó protuberanciák még beleférnek a képbe, de a korona már biztosan ki fog lógni belőle. Szép koronafotókhoz maximum 1000–1500 mm-es fókuszú távcsövet használjunk⁴. A korona fényessége a naptávolsággal rohamosan csökken, ezért egyetlen fotón nem tudjuk megörökíteni egyformán minden részét. Legjobb módszer, ha többféle expozíciót kipróbálunk 1/1000-tól egészen az 1 másodpercig. A totalitás nagy izgalmaiban úgyszincs sok időnk gondolkodni.

Biztonságos megfigyelés

Soha ne nézzünk közvetlenül a Napba! Se szabad szemmel, se binokuláron vagy távcsövön keresztül, se a fényképezőgép vagy a videokamera keresőjében!

A napkorong átlagos felületi fényessége kb 480 000-szerese a teleholdénak! (Pedig tudjuk, hogy a telehold is milyen vakító, főleg távcsövön keresztül). A Napba belepillantani még akkor sem szabad közvetlenül, ha már csak egy vékonyka sarló maradt belőle. Egy rövid pillantás is maradandó szemkárosodást okozhat, amelynek következményeit egész hátralévő életünk során el kell szenvednünk. (Reméljük, nem ilyen módon lesz maradandó az élmény!)

Természetesen a totalitás idején, amikor a Nap felszíne már teljesen fedve van, teljesen biztonságos a Nap vizsgálata mindenféle műszerrel. A szűrőket ilyenkor el kell távolítani a távcsövekről, fotóobjektívekről, hogy a totalitást teljes pompájában élvezhessük.

Többféle módszer van a részleges fázis biztonságos megfigyelésére:

A szemünk elé egy szűrőt helyezünk. Akkor elég sötét a szűrő, ha a napon kívül más (terep tárgy) képe nem látható rajta keresztül. Szűrőként csak a fém tartalmazó felületek alkalmasak, mert a láthatatlan, de káros sugarakat is elnyelik. Nem biztonságos a kormozott üveg, fotografikus neutrális szűrő, túlexponált színes film, vagy napszemüveg használata!

Egy egyszerű megoldással műszer nélkül felnagyíthatjuk a Nap képét. Egy fekete kartonba (vagy egy hosszú kartondoboz egyik végébe) szúrt gombostűnyi lyukon áteresztve a napfényt megkapjuk a fogyatkozó Nap sarlóját. A

4. Bármilyen fókuszú műszerre megkapjuk a Nap átmérőjét, ha a fókuszt elosztjuk 109-cel. (pl. 1000 mm-es távcsőnél a napkorong a filmen $1000/109 = 9.17$ mm-es lesz)

kép átmérője a lyuktól mért távolság 0.9%-a. Elsötétített szobában a képet tükrökkel irányíthatjuk, s egy ernyőn felfogva nagyobb közönségnek egyidejűleg mutathatjuk be a jelenséget. Ha a lyukat növeljük, képünk fényesebb lesz, ugyanakkor elmosódottabb, de nagyobb nem. Erdőben a lomb résein átszűrődő napfény is hasonló okokból mutatja a fogyatkozó Napot az avaron.

Olyan távcsővel, amely alkalmas a napfoltok megfigyelésére, a fogyatkozást is biztonságosan nyomon követhetjük. A Napba ugyanolyan veszélyes nézni a részleges fázisok alatt, mint bármikor. Közvetlen távcsöves megfigyeléshez feltétlenül szűrőket kell használnunk a napfény legalább százezerszeres csökkentésére. Szűrő nélkül a távcsőbe való legcsekélyebb pillantás is maradandó szemkárosodást okoz! Ha a fogyatkozást másoknak is bemutatjuk, erre külön hívjuk fel a figyelmet. Utcai bemutatásnál nem árt erről egy táblát is a távcső mellé helyezni. Az okulárba építés helyett a távcső objektívje elé szereljük a szűrőt. Biztonságosan rögzítsük, nehogy leessen, vagy a szél lefújja. A keresőtávcsövet fedjük be vagy ragasszuk le, nehogy valaki véletlenül belenézzen.

Ha nincs szűrőnk, a napképet ki is vetíthetjük a távcsövön keresztül. Minél messzebb van a vetítőernyő, a kép élesítéséhez annál jobban kell az okulárt távolítani az objektívtől. Nagy előnye a projekciónak, hogy egyszerre több személy is figyelheti a jelenséget. Kivetítésre az 5–10 cm nyílású távcső az ideális. Nagobbaknál az összegyűjtött napsugár károsíthatja a távcső egyes részeit. Ragasztott (pl. orthoszkópikus) okulárt sohase használjunk kivetítésre.

Az umbra útja a felszínen

A 20. század utolsó teljes napfogyatkozása az Atlanti-óceán északi részén indul kb. 300 kilométerre délre Új-Skóciától, ahol a holdárnyék először érinti a Földet $9^h 30^m 57^s$ UT-kor (lásd az ábrákat a táblázatoknál, a *Fogyatkozások, fedések* című részben). A napkelte vonalában a maximális fogyatkozás 47 másodpercig tart a 49 km széles sáv központjából nézve. Az első negyven percben az óceán felett az umbra nem keresztez nagyobb szárazföldet. $10^h 10^m$ UT-kor a totalitás eléri a Scilly-szigeteket Anglia délnyugati partjainál. Itt a Nap 45° magasan lesz a keleti horizont felett. A 103 km-es umbra centrális vonalában a fogyatkozás 2 percig tart. Az umbra sebessége a felszínen ekkor 0.91 km/s.

A következő öt percben az umbra végigkíséri Anglia déli partjait, majd $10^h 16^m$ UT-kor a déli határvonal érinti Normandia partjait. Újabb 4 perc múlva a centrális vonal is eléri a szárazföldet Észak-Franciaországban. Párizsban a fogyatkozás nagysága 0.992 lesz $10^h 23^m$ UT-kor. Belgium és Luxemburg érintése során Dél-Németország felett halad tovább az árnyék. A legnagyobb német városok közül Stuttgart és München lesz közel a centrális vonalhoz.

*3.2. ábra. Az augusztusban várható átlagos felhőfedettség
százalékos értékei Európára (a túloldalon)*

$10^h 41^m$ -től az umbra Ausztriában folytatja útját. Bécset 40 km-re közelíti meg az árnyék északi határvonala, miközben súrolja Szlovéniát és $10^h 47^m$ -kor belép Magyarországra.

A Balaton teljesen az árnyékban helyezkedik el a centrális vonalon, de Bécshez hasonlóan Budapesten is csak részleges fogyatkozást lehet majd látni 0.991 nagysággal. Dél-Alföld után Szerbia érintésével Romániában folytatódik a totalitás. A legnagyobb fogyatkozás pillanata $11^h 03^m 04^s$ UT-kor következik be az Olt menti Rimnicu-Vilceaban. Itt a totalitás hossza $2^m 23^s$, a Nap magassága 59° , az árnyék szélessége 112 km, felszíni sebessége 680 m/s. (Ez az a pillanat, amikor a holdárnyék tengelyének és a Föld centrumának távolsága a legkisebb. Ez a hely és időpont minimálisan különbözik csak attól a helytől és időponttól, ahol a leghosszabb fogyatkozás látszik. Jele a γ , amely ezt a távolságot a Föld egyenlítői sugarában adja meg. Most a $\gamma = 0,506$ lesz.)

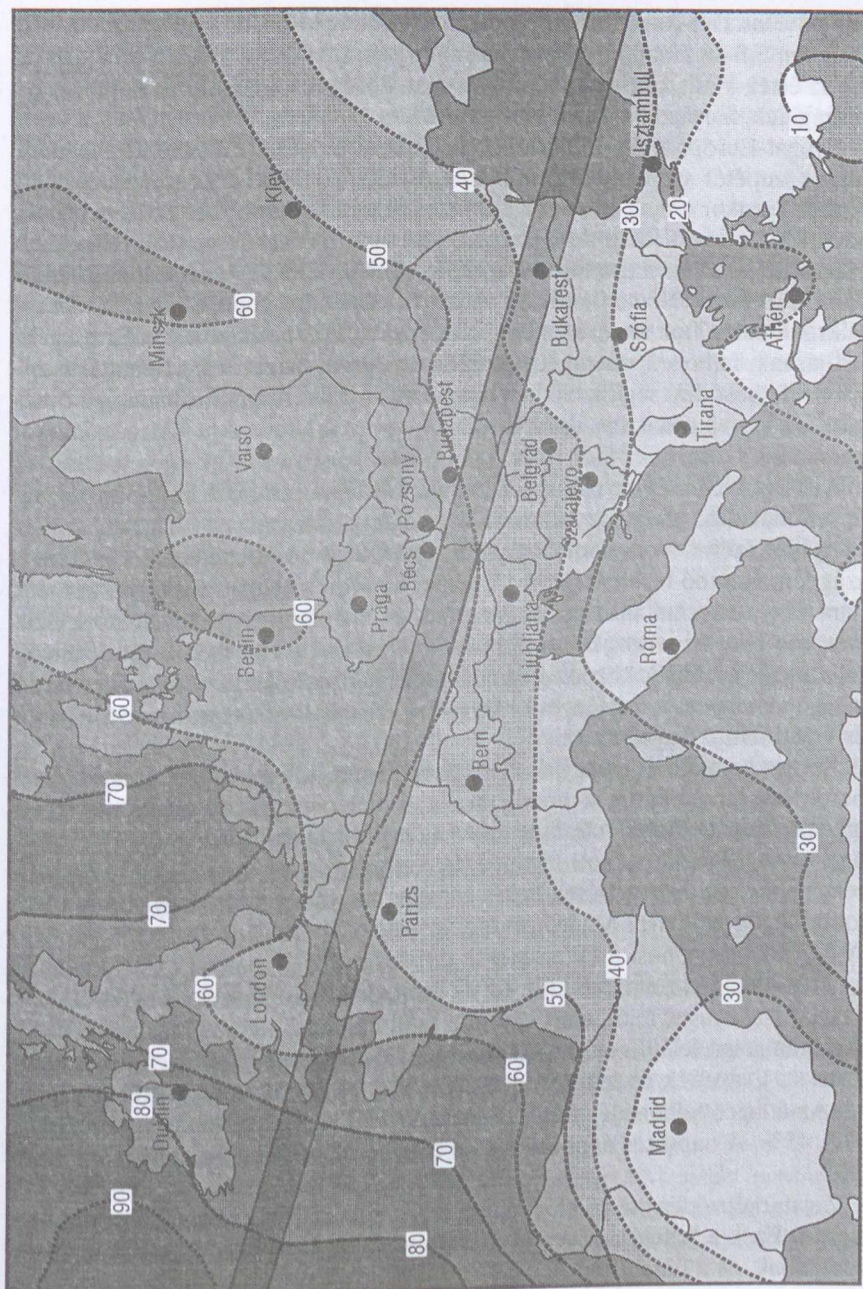
Négy perccel később Bukarestre borul az árnyék, majd a román–bolgár határon kilép a Fekete-tengerre.

Törökország belsejében a fogyatkozás maximális időtartama már csak $2^m 15^s$. Szíria, Irak és Irán ritkán lakott vidékei után a pakisztáni Karachi a központi vonalban $1^m 13^s$ -os totalitást lát 22° magasan a nyugati horizonton. A 85 km széles árnyék már 2 km/s-os sebességgel halad a felszínen.

Az árnyék $12^h 28^m$ -kor érkezik utolsó állomáshelyére, Indiába. A szubkontinensen sebessége gyorsan nő, miközben a Nap magassága 7° -ra csökken, a totalitás időtartama pedig már kevesebb 1 percnél. Az umbra utolsó percét a Bengáli-öböl fölött tölti, ahol $12^h 36^m 23^s$ UT-kor, helyi napnyugtakor elhagyja a földfelszínt és visszatér az űrbe. A Hold árnyéka 3 óra 7 perces útja során a felszínen nagyjából 14 000 kilométert tesz meg, s a teljes földfelszín 0.2%-át fedi le.

Az umbra vonalán várható időjárás

A fogyatkozás háromórás útja az Atlanti-óceán felhős részein indul napkelte idején. Harmadnyi glóbuszal később eléri Dél-Angliát. Bár ez a legnagyobb területe a Szigeteknek, a pálya keleti részéhez képest kedvezőtlenek a kilátások. Európa egész területéhez képest a Brit-szigeteken a legváltozékonyabb az időjárás az Atlanti-óceán felől érkező légtömegek miatt. A fogyatkozás megfigyeléséhez megfelelő idő anticiklonális napokon és hidegfrontok nyomában lehet, bár ez utóbbi esetben az idő változékony marad. Műholdas mérések eredményéből származtatott adatok szerint az átlagos felhőfedettség



55–65%-os Dél-Angliában. Felszíni megfigyelések szerint augusztusban havi átlagban 5.8–6.5 napon át van maximum szórt felhőzet, azaz jó átlátszóság. Ez az érték kicsit kedvezőbb, mint Nyugat-Európában, de csak fele a magyarországinak, harmada a fekete-tengerinek.

Nyugat-Európa nyári időjárását az „európai monszun” határozza meg. Június közepétől szeptemberig felhős, esős időjárást hoz a kontinens nyugati felére. Ilyenkor a nyugati szelek 1-2 hetes instabil időjárási helyzetet okoznak, ezek között rövid ideig tartó száraz, naposabb időszakok vannak. Hosszabb száraz időjárást a magas nyomású, délnyugatról érkező Azori anticiklon felépülése okozza. Németország és Ausztria változatos topográfiája változatos mikroklímákat hoz létre, azonban ezek inkább hőmérsékletbeli különbségekkel járnak, felhőzeti mintájuk hasonló. Az Alpok magas hegyvonulatai is inkább a felhősödést segítik elő, nem annak eloszlását. Augusztusban a felhősözlátó déli szelek ritkák az Alpok területén, így ezek kedvező hatására számítani nem lehet.

Az Alpok ellenére a napos idő esélye folyamatosan nő a kontinens belseje felé haladva, ahogy az atlanti nedvességforrástól való távolság nő. A tiszta égbolt esélye Normandiában 18%, kicsit 20% fölé emelkedik Franciaország fennmaradó területe fölött. A német határon a nyugati szelek hatása már nem annyira óceáni, inkább kontinentális, és a napfény esélye lassan növekszik Ausztria felé. Ez a növekvő trend kissé megszakad Ausztria középső területei felett, ahol az Alpok központi vonalát metszi a fogyatkozás vonala. Ez a hatás eléggé látványos, a napfényes órák esélye 25%-kal csökken Ausztria nyugati és keleti határvonala között.

Ahogy az umbra elhagyja az osztrák határt, megszűnik a nyugati szél befolyása, amely eddig a pontig uralja a meteorológiát. Nyáron a Kárpát-medencében az észak felé nyomuló mediterrán klíma érvényesül, és ezt ritkán zavarja meg a nyugati légtömegek betörése. A felhőfedettségi és a napfény mennyiségi előrejelzések kevés kétséget hagynak afelől, hogy Európa legjobb megfigyelőhelyei Magyarország, Románia és Bulgária területén vannak. A fogyatkozás vonala a Duna-menti alföldeket követi, amelyek védve vannak az erős időjárási rendszerektől. Itt az ilyenkor uralkodó szél gyengén érkezik észak-északnyugat felől, amit egy Irán felől építkező alacsony nyomású rendszer húz maga felé. Ezek az állandó irányú és sebességű szelek száraz levegőt hoznak. Csapadék és felhőzet általában csak zivatarok környezetében alakul ki. Az átlagos felhősödés Magyarországon 50%, a Fekete-tenger partján már csak 45%. A napsütés naponta 10 óra fölé kerül, a derült ég esélye több mint 70%.

Zivatarképződés esélye elég magas Kelet-Európában az évnek ebben a szakában. Ezek a felfelé növekvő felhőrendszerek a talaj felmelegedéséhez kapcsolódnak, és a hidegfrontok vagy más időjárási zavarok kisöprik őket. Mivel

a statisztikák nagy zivatarképződési lehetőséggel számolnak, ezért alábecsülik a reggeli-délelőtti órákban zajló fogyatkozás megfigyelési lehetőségét. A zivatartok felhőzetének fejlődési maximuma helyi idő szerint délután 6 órakor van, jóval a délben zajló fogyatkozás után. Ráadásul a fogyatkozás okozta légköri lehűlés 1–2 órával késleltetheti a konvekciós zónák fejlődését.

A nyári időjárás Magyarország felett általában stabil, néha 3–4 hét hosszú periódusokban, magas légnyomással, derült éggel és száraz atmoszférával. SZÉCSÉNYI-NAGY GÁBOR 20 éve feljegyzi a fogyatkozás előtti és utáni hetek időjárását. A feljegyzett 300 naphból csak 3 volt teljesen napsütés nélküli, a regisztrált napok 2/3-ánál volt 10 óránál hosszabb napsütés. Eredményei alapján a nap nagy részének jellemzője a napsütés. Ezzel összecseng TUBOLY VINCE listája az 1986–1997. közötti augusztus 11-ék időjárásáról. A 12 évben mindössze egyszer volt borult az ég, hatszor napos, és ötször derült.

Ezeket a majdnem 70%-os eredményeket erősíti a Keszthelyre vonatkozó statisztika is. A havi 14 napos derült vagy szórt felhőzetű idő Románia és Bulgária legjobb helyeivel vetekszik. A Balatoni mikroklíma több derült időt eredményez, mint az a környezetének felhőzeti izovonalaiból következne. A számítógépes klímavizsgáló modell elsimítja ezt az előnyt, de a földi feljegyzések bizonyítják meglétét.

Nagy időtávlatból egyelőre túl sok biztosat nehéz mondani. Az egyetlen tanulság, hogy a többéves átlagok alapján Magyarországon egészen jók az esélyeink a fogyatkozás megfigyelésére. Persze még az előre jelzett 90% sem jelentene teljes biztonságot! Sokkal konkrétabb előrejelzést az esemény előtt néhány nappal kaphatunk. A 10 napon túli előrejelzés még eléggé bizonytalan az egyes megfigyelőhelyekre nézve, igazából csak 5 nappal a fogyatkozás előtt lehet pontosabbat mondani.

A legtöbb amerikai és japán turista valószínűleg a Fekete-tengeren, vagy Észak-Törökországban fogja a jelenséget figyelni, hiszen ott már csak 10–30%-os átlagos felhősödési érték várja az észlelőket.

A NASA napfogyatkozás kézikönyve

A *NASA Reference Publication* sorozatában már a hatodik füzet jelent meg egy napfogyatkozásról. 1993 óta minden jelentősebb (értsd: sűrűbben lakott, könnyen megközelíthető helyen észlelhető) napfogyatkozásról az esemény előtt 24–36 hónappal kiadtak egy kiadványt.

1997 márciusában jelent meg az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozásról szóló 120 oldalas kézikönyv. Szerzői: FRED ESPENAK csillagász (NASA/Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, USA) és JAY AN-

DERSON meteorológus (*Environment Canada*, Winnipeg, Manitoba, Kanada). A kiadvány az eddigiekhez hasonlóan ingyenes, csak a postaköltséget kell fizetni. A kiadvány kibővített anyaga az interneten is elérhető [4]. Ez ügyben hasznos lehet ellátogatni még az [5] címre is.

A fent említett kiadvány, illetve annak internetes elérési helye a fogyatkozás teljes anyagát tárgyalja. Többféle méretarányú térképet ad az umbra vonaláról, tárgyalja a fogyatkozás menetét, körülményeit, az időjárási kilátásokat az egyes helyszíneken. A fogyatkozás kontaktusait elemzi a közepes hold-sugar, illetve az előre jelzett holdprofil függvényében. Szóba kerülnek a fénycsökkenési eljárások, fotózási tanácsok és még sok egyéb. Táblázatos formában közli az umbra útvonalát és sok száz nagyvárosra megtalálhatjuk a kontaktusidőpontokat. Bár az MCSE kiadványaiban is sok információ közlésére kerül sor, a komoly érdeklődőknek javasoljuk a NASA kiadvány beszerzését.

Irodalom

- [1] ESPENAK, FRED-ANDERSON, JAY: *Total Solar Eclipse of 1999 August 11*. NASA Reference Publication 1398, 1997.
- [2] LITTMANN, MARK-WILCOX, KEN: *Totality – Eclipses of the Sun*. 1991.
- [3] MACROBERT, ALAN: *Tips for Photographing a Partial Solar Eclipse*. Adapted from *Sky and Telescope*.
- [4] <http://planets.gsfc.nasa.gov/eclipse/TSE1999/TSE1999.html>
- [5] <http://umbra.nascom.nasa.gov/eclipse/>

Ponori Thewrewk Aurél–Bartha Lajos „Magyar” napfogyatkozások

A csillagászati jelenségek közül az üstökösökön kívül a napfogyatkozások gyakorolták a régiekre a legnagyobb hatást. Különösen a teljes vagy csaknem teljes napfogyatkozásokról emlékeztek meg krónikaikban és más, történeti jellegű írásaikban. Minthogy a fogyatkozások ideje és helye ma már ezer évek távlatából is pontosan visszaszámolható, az ezekkel kapcsolatban említett események idejére nézve a csillagászati kronológia segítséget tud nyújtani a történészek és kultúrtörténészek kutatásaihoz [1].

A régóta várt, nagy európai napfogyatkozás évében nem lesz érdektelen felidézni a magyar vonatkozású, egykor látott hasonló jelenségek korát és az ezekhez kapcsolt eseményeket.

Ez az írás elsősorban a történelmi Magyarország határain belül látható, egykorú vagy későbbi latin, német, esetleg magyar nyelvű krónikákban, évkönyvekben, kalendáriumokban, egyházi diáriumokban, illetve ezek újkori feldolgozásaiban található napfogyatkozásokkal foglalkozik. Kivételesen szóba kerülnek olyanok is, amelyeket másutt észleltek, de valamiképpen mégis kapcsolatban állnak magyarságunk történetével.

Ilyen, tehát nem hazai földön, sőt még a honfoglalás kora előtt keletkezett krónikai leírásban szerepel egy minket is érdeklő napfogyatkozás. A *Salzburger Annalen* (Salzburgi Évkönyvek) eredetijében a 881. évnél a következő bejegyzés olvasható:

„Sol obscuratus est a tertia usque ad sextam horam. Primum bellum cum Ungaris ad Vvienam.” Vagyis: „A Nap elsötétedett a harmadiktól a hatodik óráig. Az első csatározás a magyarokkal Bécs mellett.”

A mondott év augusztus 28-án volt látható Európából is (részleges fogyatkozásként) egy (gyűrűs) napfogyatkozás. Ennek centralitási görbéje — a Nap és Hold geometriai központját összekötő egyenes által sírolt földfelszíni pontok összessége, ahonnan nézve a fogyatkozás maximális nagyságú — Európától távol délre, Közép-Afrikában húzódott. Salzburból a fogyatkozás a maximális fázis idején, helyi időben $15^h 43^m$ -kor legfeljebb 27%-os volt, vagyis a Napot átmérőjének 27%-áig fedte le a Hold. Az egész jelenség $14^h 46^m$ -tól $16^h 36^m$ -ig tartott, tehát déltől számítva valóban a harmadik órában kezdődött, de nem tartott a hatodikig, hanem már az ötödikben véget ért. Érdemes

felfigyelni arra, hogy nem túl alacsony (kb. 30°-os) napállás esetén is észrevet-tek egy ilyen kis mértékű napfogyatkozást.

A magyarság történetében lényegesen fontosabb szerep jutott egy másik, ismertebb napfogyatkozásnak. Erről VI. vagy BÖLCS LEÓ bizánci császár krónikásának¹ görög nyelvű feljegyzéséből értesülhettünk [7]:

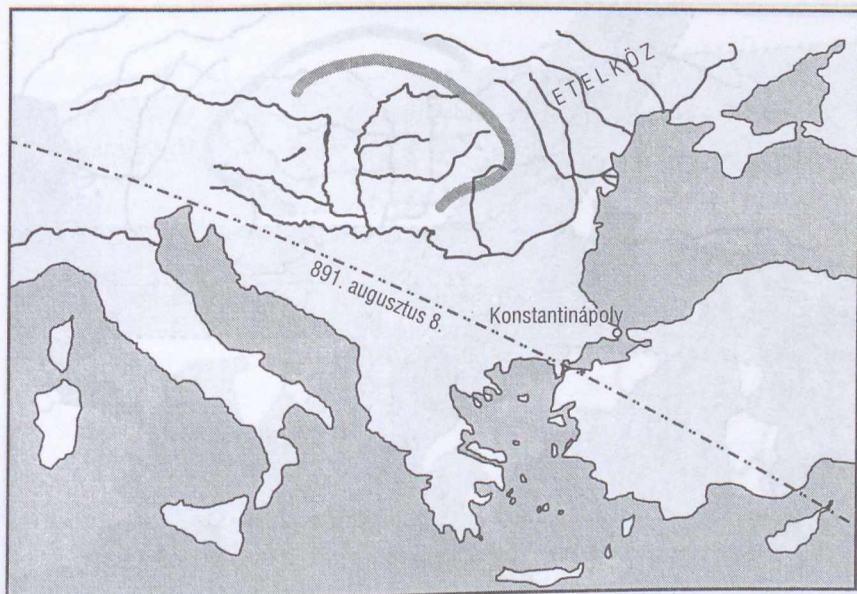
„Napfogyatkozás állt be, úgy hogy éjjel lett a hatodik órában és a csillagok megjelentek. És dörgött és szélvész támadt és villámlott úgy, hogy a forum lépcsőin hét ember égett el.”

A történészek tudták, hogy ez után a napfogyatkozás után zajlott le a bolgár hadjárat, amelynek leírt eseményeiből a magyarok honfoglalásáig négy évnyi időszak volt kikövetkeztethető. A múlt század 80-as éveinek elején azonban még senki nem tudta megmondani a honfoglalás évét, pedig a kerek évfordulót nagyszabású, országos kiállítással óhajtották összekapcsolni. Az idő sürgett, és egy kitűnően képzett magyar csillagász, LAKITS FERENC vállalkozott a bizánci napfogyatkozás idejének meghatározására. Számításait 1883 és 1890 közt végezte — részben THEODOR OPPOLZER 1887-es táblázatai alapján.

Szerinte a 9. század utolsó éveiben, 881 és 896 között összesen 21 napfogyatkozás történt, és közülük nyolc volt látható Bizáncból. A déli napszaknak csak kettő felelt meg. A 885. június 16-i csak 36%-os volt, a másik azonban több mint 90%-os voltával nagyfokú sötétedést, feltűnést, vélhetőleg rémületet is okozott. Ennek időpontja 891. augusztus 8. A számítások szerint ez a fogyatkozás gyűrűs volt, tehát a centralitási görbe helyeiről nézve sem volt 100%-os (4.1. ábra). Bizáncból 10^h 03^m-tól 13^h 21^m-ig volt látható, nagysága a maximum idején, 11^h 43^m-kor 93%-os volt. Hihető, hogy a legfényesebb égi objektumokat, tehát a bolygókat a 90%-os fogyatkozás idején a jószeműek megláthatták az elsötétült égbolton. (A fogyatkozás legnagyobb fázisa idején az akkor $-1^m.5$ fényességű Merkúr 27°-kal, a Szaturnusz (+0^m.9) 32°-kal, a Vénusz ($-4^m.3$) 41°-kal, a Mars (+1^m.3) 54°-kal és a Jupiter ($-1^m.6$) 68°-kal állt keletre a Naptól).

A krónikás nemcsak sötétséget említett, hanem bizonyára a nagyobb hatás kedvéért még egy akkori égháborút is szerepeltetett villámcsapással, amelytől hét ember vesztette volna életét. (Ezt a nyilvánvaló nagyotmondást a „csillagok” általa említett láthatósága cáfolja.) A honfoglalás évszáma ennek az egyetlen szóba jöhető napfogyatkozásnak idejéből 1890-ben egyértelműen 895-nek adódott. Különbéféle adminisztrációs okok miatt a millenáris ünnepségek terve csak 1892-ben került az országgyűlés elé. Hiába iktatták törvénybe az 1895-ös kezdési időpontot, a szakemberek szerint a felkészülés és a tervezett kiállítás időigénye még legalább négy év volt. A millenáris ünnepségeket ezért csak egy év késéssel, 1896-ban tartották.

1. a nevét nem ismerjük, GEORGIOSZ MONACHOSZ munkájának folytatója volt

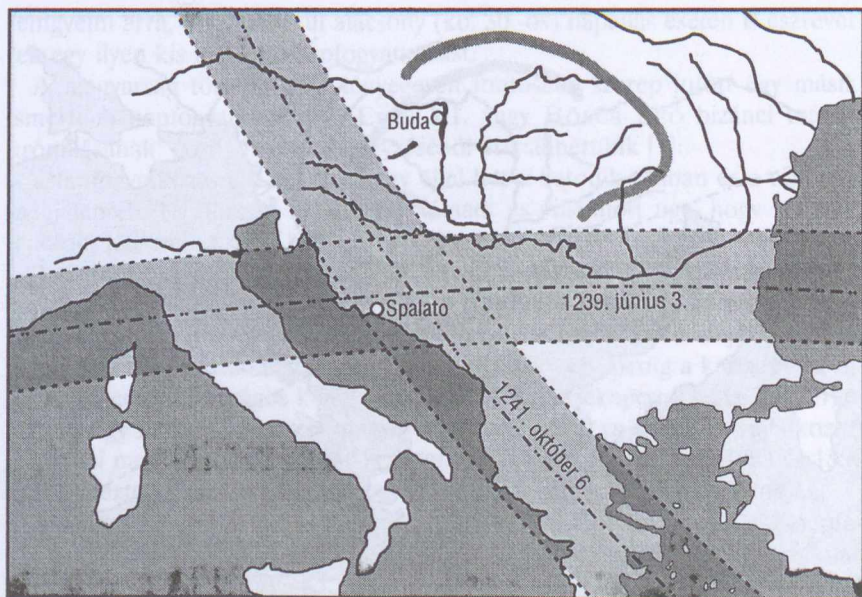


4.1. ábra. A 891. augusztus 8-i gyűrűs napfogyatkozás centralitási görbéje

Különös ritkaság, ha a Föld egy meghatározott pontjáról néhány éven belül két teljes napfogyatkozás is látható. Ilyen hely volt az Adria partjánál fekvő, a 13. század első felében még hazánk területéhez tartozó dalmáciai város, Spalato (ma Split, Horvátország). Az első itt látható fogyatkozásról TAMÁS spalatói esperes így számolt be [13]:

„Azon időben, Urunk születésének 1239. esztendejében, június havának 3. napján csodálatos és rettenetes napfogyatkozás lőn, mert az egész Nap elhomályosodott, és az egész levegőég besötétedett, és az égen a csillagok, mint éjszaka, feltűntek, és egy nagyocska csillag ragyogott a Nap mellett nyugat felől. És mindenkit oly rémület lepett meg, hogy mintegy ész nélkül kiabálva futkosott idestova azt híven, hogy eljött a világ vége. Pénteki nap, a holdújulásnak 30. napja vala, és jóllehet a napfogyatkozás egész Európában látszott, azt mondják, hogy Ázsiában és Afrikában nem volt.”

A fogyatkozás a mondott pénteki napon Spalatóból — helyi időben — $12^h 14^m$ -tól $14^h 49^m$ -ig volt látható, és teljességi maximumát (102.93%-ot) $13^h 33^m$ -kor érte el. Szokatlanul hosszú ideig, több mint 5 percig tartott a teljesség, tehát a nappal beállt éjszakai sötétség. Az égen feltűnt „csillagok” egy része kétségtelenül akkor is bolygó volt. A Szaturnusz ($+0^m.4$) 28° -kal keletre,



4.2. ábra. Az 1239. június 3-i és az 1241. október 6-i napfogyatkozások teljességi zónája Európában

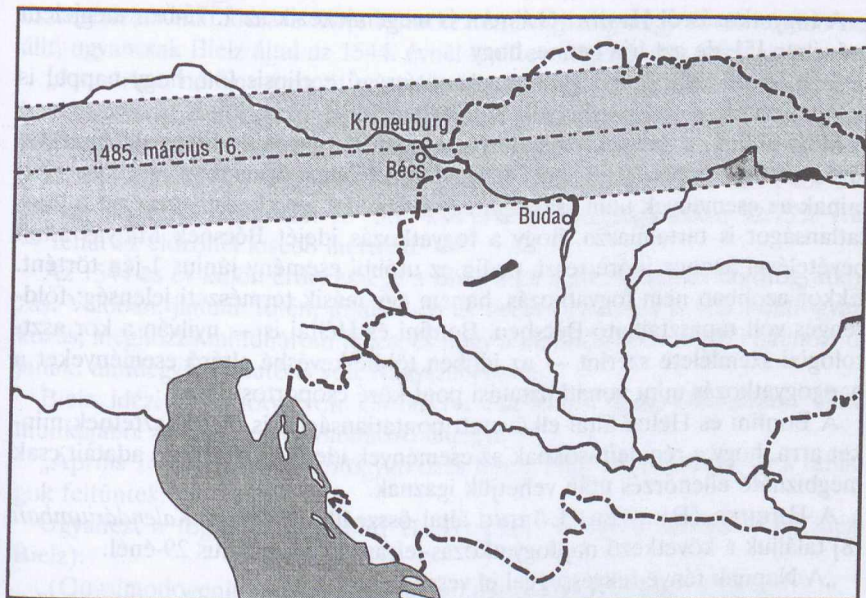
a Merkúr ($+1^m$) 22° -kal, a $-3^m.6$ -s Vénusz pedig mindössze 1° -kal állt nyugatra a Naptól, — ez utóbbi volt tehát a feljegyzésben említett „nagyocskás csillag”. De az állócsillagok közül is láthattak a jószeműek egy-kettőt, mint amilyen például az akkor a Naptól mintegy 21° -kal északnyugatra levő α Tau, vagyis az $1^m.1$ fényességű Aldebaran.

A két és fél évvel ez után látott fogyatkozásról ugyancsak Tamás spalatói esperes emlékezett meg ilyenképpen:

„Azon időben, ti. Krisztus után 1241. esztendőben, október 6. napján ismét fogyatkozás lőn, és nagy rémület lőn általában, mint azon napfogyatkozásakor, amely harmadéve történt.”

Ez a napfogyatkozás is teljes volt, és Spalatóból $11^h 52^m$ -től $14^h 21^m$ -ig volt látható (4.2. ábra). Maximális fázisát $13^h 07^m$ -kor érte el: ekkor 100.4%-os volt. A teljes sötétség tartama valamivel több volt három percnél, így érthető az általa keltett rémület. A fogyatkozás Budán is közel teljes (97.37%-os) volt $13^h 14^m$ budai helyi időben.

Több szempontból is tanulságos egy Mátyás király korában bekövetkezett teljes napfogyatkozás, amelyről Mátyás történetírója, az itáliai származású BONFINI is megemlékezett [2]. Ismeretes, hogy Mátyás több évtizedig állt el-



4.3. ábra. Az 1485. március 16-i napfogyatkozás teljességi zónája

lenséges viszonyban III. Frigyes német császárral. A szinte folyamatos hadakozás egy-egy fontos epizódja volt 1484 decemberében a Bécsből nem messze fekvő *Korneuburg* elfoglalása, majd a következő év januárjában Bécs ostroma és júniusi bevétele. Ebben a rendkívül mozgalmas időszakban, 1485. március 16-án teljes napfogyatkozás zónája húzódott végig Európa nagy részén (4.3. ábra). A jelenségről, amely Korneuburgban és Bécsben is csaknem három perces sötétséget okozott, így ír Bonfini:

„Elfoglalta tehát a király Korneuburgot, melyet Bécs bástyájának tartanak ... Mikor itt táborot vertek, a még el nem foglalt erődítmény március 18-án megadta magát. Azon a napon oly nagy fogyatkozás volt, hogy számos csillagot lehetett látni. Sokan jósták, hogy a napfogyatkozás szerencsétlenséget jelent a császárnak...”

Bonfini tévedett a dátumot illetően: nem 18-án, hanem 16-án volt a fogyatkozás, amelynek nagysága ezen a napon Bécsből a maximum idején, 16^h 58^m-kor 102.05% volt. A fogyatkozás teljességekor a bolygók közül a Mars (1^m.4) látszott csak 62°-nyira keletre a Naptól, amely akkor, lenyugvása előtt jó egy órával 12-13° horizont feletti magasságban állt. A csillagok közül a legfényesebb, tehát akkor látható a Naptól északkeletre 62°-ra levő Aldebaran (1^m.1) lehetett.

A fogyatkozásról HELTAI GÁSPÁR is megemlékezik az 1575-ben megjelent művében [5], de azt írja benne, hogy

„... Szent György havában ... oly sötétségű ecclipsis lőn, hogy nappal is sok helyen látszottak a csillagok az egekben...”

Mint tudjuk, a Szent György hava elnevezést egykor áprilusra alkalmazták, lévén György napja április hó 24-én. Heltai tehát a hónapban tévedett. Heltainak az események után csaknem egy századdal keletkezett írása azt a pontatlanságot is tartalmazza, hogy a fogyatkozás idejét Bécsnek Mátyás általi bevételével azonos időre teszi, pedig ez utóbbi esemény június 1-jén történt. Ekkor azonban nem fogyatkozás, hanem egy másik természeti jelenség: földrengés volt tapasztalható Bécsben. Bonfini és Heltai is — nyilván a kor asztrológiai szemlélete szerint — az időben többé-kevésbé eltérő eseményeket a napfogyatkozás mint vonatkoztatási pont köré csoportosította.

A Bonfini és Heltai által elkövetett pontatlanságok is figyelmeztetnek minket arra, hogy a régi leírásoknak az események idejére vonatkozó adatait csak megbízható ellenőrzés után vehetjük igaznak.

A BREUER (BREWER) LŐRINC által összeállított *Lőcsei Kalendáriumban* [8] találjuk a következő napfogyatkozás-leírást 1530. március 29-énél:

„A Napnak fénye tellyességgel el vesze.”

A leírásból könnyen teljes fogyatkozásra következtethetnénk, de a számítások szerint ezen a napon ez az észak-európai, részleges napfogyatkozás Lőcséből nézve alig fél órával napkelte után, $6^h 52^m$ körül csupán 65.28%-os volt. Ilyen korai időben, alacsony napállás mellett azonban egy ilyen részleges fogyatkozás is elég feltűnő jelenség lehetett. Talán ugyanerre a fogyatkozásra utal TRAUSCHENFELS E. *Album Oltardinum* című írásának Erdélyre, valószínűleg Nagyszebenre és 1531-re vonatkozó mondata (idézi Bielz; [1]):

„Ugyanazon évben egy nagy napfogyatkozás látszott, amelyről a tudósok sok jóvendölést nyilatkoztak.”

1531-ben nem látszott Európában napfogyatkozás. Időben a hozzá legközelebb a már tárgyalt, 1530. március 29-i esett, amely $7^h 01^m$ -kor 59.44%-osnak látszott Nagyszebenben. Napkelte után még ilyen mértékű fogyatkozás is nagy feltűnést keltő jelenség lehetett.

Ugyancsak Trauschenfels idézett írásában olvashatjuk 1540. április 7-énél: „... hoc die horrenda ecclipsis solis orientis fuit.” (vagyis: ezen a napon a keleti Napnak szörnyűséges fogyatkozása volt). A jelenség valóban nagyfokú, csaknem teljes (99.19%-os) volt, de Nagyszebenben napkelte után alig háromnegyed órával (zónáját l. a 4.4. ábrán) következett be. A Nap már mintegy 27%-os csorbasággal kelt fel. Elképzelhető, hogy sokan nem is figyeltek fel arra, hogy elhúzódik a hajnali szürkület időszaka. Ennek a fogyatkozásnak

észrevétlenül maradására lehet következtetni egy alig négy évvel később beállt, ugyancsak Bielz által az 1544. évnél említett fogyatkozás leírásából:

„Januárban néhány órán át nagy napfogyatkozás volt, amilyenre a historiában senki sem emlékezett, úgyhogy az ijedség hatására a barmok és az emberek megdermedtek. Három holdfogyatkozás is látszott.”

A fogyatkozás 1544. január 24-én történt. Nagyszebenből $9^h 17^m$ -től $11^h 58^m$ -ig látszott, maximumát $10^h 36^m$ -kor érte el. Nagysága ekkor 92.75% volt – tehát az előzőnél kisebb mértékű.

Az 1544-es év külön érdekessége a Bielz által említett három holdfogyatkozás. Valóban: január 10-én, július 4-én és december 29-én is volt holdfogyatkozás, méghozzá mindhárom teljes, és hogy a különösségek tovább halmozódnak: mindegyik látható is volt Nagyszebenben.

Bielz idézi J. TRAUTSCH *Chronicon Fuchsino-Lupino-Oltardinum* című munkájából az 1567. évre vonatkozó feljegyzést:

„Április 16-án szörnyű napfogyatkozás lőn, a Nap nem látszott, és a csillagok feltűntek.”

Ugyanezt a fogyatkozást említi H. HUTTER *Medgyesi Krónikája* is (idézi Bielz):

„(Quasimodogeniti) vasárnapon a Nap fénye majdnemhogy elveszett.”

Abban az évben Quasimodogeniti – a húsvét utáni első vasárnap – április 13-ára esett, így a két krónika között ellentmondás van. A csillagászati-kronológiai számítás bebizonyíthatja, hogy egyiknek sincs igaza: a nagy napfogyatkozás április 9-ére esett, amely azonban nem vasárnap, hanem szerda volt. Nagysága Medgyesen $13^h 21^m$ -kor 97.57%-os, Nagyszebenben $13^h 19^m$ -kor 98.39%-os, tehát csaknem teljes volt. A maximális fázis idején a kb. $1^m 5$ -s Merkúr 2° -kal, a Vénusz ($-3^m 5$) 6° -kal keletre, a Mars ($+0^m 6$) 73° -kal nyugatra állt a Naptól. De fele ilyen távolságra akkor a β Ori, vagyis a Rigel ($+0^m 3$) is megpillantható lehetett.

S. NÖSSER kronstadti (brassói) krónikája két fogyatkozásról számol be 1595-ben (idézi Bielz). Az egyik egy „ijesztő holdfogyatkozás” volt. A másíkról így ír:

„Idem Octobris eben is dieses Jahr die Sonne verfinstert und anderthalb stunden gestanden.”

(Ugyanazon októberben, abban az évben a Nap elsötétedett és másfél óra megállott.)

Az október 3-i napfogyatkozás Brassóban $13^h 13^m$ -tól $14^h 59^m$ -ig tartott, és maximális fázisát $14^h 07^m$ -kor érte el, amikor nagysága 36.76% volt. A jelenség teljes láthatósága – szabad szemmel megfigyelve – valóban mintegy másfél órát tett ki. Nagyon érdekes, hogy magas, kb. 40° -os napállás mellett egyáltalán észrevették és végig megfigyelték. (35–40%-os fogyatkozást régen

általában csak alacsony napállás esetén vettek észre.) Ez arra utal, hogy a fogyatkozást már előre jelezték — nyilván a kalendáriumok —, tehát várták a természeti jelenségek iránt érdeklődők.

Sokkal érdekesebb a Nap „megállásának” említése. Régi keleti felfogás szerint a Nap és a Hold azért és addig világít, mert és ameddig halad az égen. Ha tehát nem világít, úgy megállt. Nem egy bibliai példa hozható fel ezeknek az égitesteknek „megállására”. HABAKUK próféta könyvében például: „A nap és hold megállnak helyökön. . .” [Hab 3,11]. Ismertebb az idézet JÓZSUE könyvéből, amidőn a nép- és hadvezér könyörög az Úrhoz, hogy még ne jöjjön a zsidó hadak számára veszélyes alkony: „Állj meg nap, Gibeonban, és hold az Ajalon völgyében! És megállt a nap, és vesztegtele a hold is, a míg bosszút állt a nép az ő ellenségein.” [Józs 10,13] (Károli Gáspár ford.). Ezek mögött a leírások mögött többnyire találunk fogyatkozásokat. Gyanítható, hogy napfogyatkozás okán „állt meg” a Nap a gibeoni csata idején.

KRAUSS GYÖRGY segesvári jegyző által vezetett krónikában ezt találjuk az 1654. évnél [6]:

„Augusztus 12. napja. Nagy napfogyatkozás lett, amilyenre senki sem emlékezett, úgy hogy koromsötétben három csillag látszott a Nap mellett, és a madaraknak, a levegőben nem maradhatván, a földre kellett ereszkedniük, nem repülhetvén; 9 órától 12 óráig volt mindez.”

A fogyatkozás Segesvárból nézve helyi időben egy órával később volt a feltevéstől: $10^h 02^m$ -től $12^h 42^m$ -ig tartott, és nagysága a $11^h 22^m$ -kor beállt maximumkor csupán 86,96%-os volt. Nagyon érdekes, hogy akkor, amidőn a Napnak még 13%-a világított a Hold mellett, „koromsötétet” érzekeltek, sőt a Nap közelében is láttak „csillagokat” a megfigyelők. A maximum idején a Naptól 26° -kal keletre a Merkúr ($+0^m 5$), 14° -kal a Vénusz ($-3^m 7$) és 25° -ra a Mars ($+1^m 8$) állt. Megjegyezhető, hogy északkeletre volt a Naptól az α Leo, vagyis az $1^m 3$ -jú Regulus. Valószínű, hogy ezek közül láthattak hármat a jószeműek.

Az Árva vármegyei GUZICS JÁNOS latin nyelvű naplójának egyik bejegyzése [4]:

„Anno 1664 die 28 Januarii: Horrenda eclipsis solis fuit ab ipso ortu ad 9 ante meridianum.”

(Arról a helyről szörnyűséges napfogyatkozás volt 1664. január 28-án dél előtt 9 óra körül.)

Ez a részleges észak-európai fogyatkozás csak azért tűnhetett fel, mert napkelte után valamivel több mint egy órával, alacsony napállás mellett a nem egészen 30%-os csorbulás is szembeötlött a Napon. De csak annak lehetett „szörnyűséges”, aki még nem látott ilyet.

Az erdélyi VASS LÁSZLÓ *Diariumában* [15] két fogyatkozásról találunk említést. Az egyik 1684. július 12-ből való: „eclipsis lött a napban...”. Ez a fogyatkozás legfeljebb 50%-osnak látszott Erdélyben, $17^h 25^m$ körüli időben.

A másik megemlített fogyatkozás már érdekesebb. Erről az 1699-es évnél találunk bejegyzést a *Diáriumban*:

„Szeptember 23. Az fejedelem [ifj. Apafi Mihály, a szerzők megj.] és Csáki Imre, Teleki László öcsémmel uraimékkal az Bécs vize mellé mentünk ki az napbéli eclipsis nézni, az mikor az bécsiek még az házakból sem mertek kijöni, annál inkább künn járni, mintha ember sem lött volna Bécsben.”

A fogyatkozás Bécsben $10^h 34^m$ -kor 89.47%-os, tehát meglehetősen nagyfokú volt, de ekkora ijedelemre a bécsieknek nem lett volna okuk (4.4. ábra). A fogyatkozás okozta rémület és bezárkózás erősen emlékeztet arra a bibliai leírásra, amely az egyiptomi kilencedik csapásról, a háromnapos sötétségről szól. Ez a bibliai szöveg – és MAHLER EDE magyar kronológus értelmezése – szerint úgy megrémítette az egyiptomiakat, hogy elrejtőztek házaikba, és nem jöttek elő három napig.

Az 1699-es fogyatkozásról ír a *Chronica Eperjensis* – tehát az Eperjesi Krónika – is [3]:

„Reggel 8 órától 12 óráig igen nagy sötétség volt, annyira, hogy az égen a csillagokat lehetett látni, s az elsötétedés alatt sárgás fény volt látható, de oly sötét volt az a fény, hogy dolgozni nem lehetett, és a falak és a vizek is sárgás fényben látszottak.”

A fogyatkozás Eperjesen $9^h 40^m$ -tól $12^h 24^m$ -ig tartott (helyi időben), maximumát $11^h 01^m$ -kor érte el, amikor nagysága 95.48% volt (l. 4.4. ábra). Ekkor a Naptól nyugatra 21° -kal a $+0^m 6$ -jú Merkúr, 45° -kal a Vénusz ($-4^m 0$) és 76° -kal a Mars ($+0^m 8$) látszott: ezek lehettek a „csillagok”. Lehetséges, hogy a Naptól délre 11° -kal levő α Virginis, a Spica ($+1^m 2$) is kivehető volt az elsötétült égen.

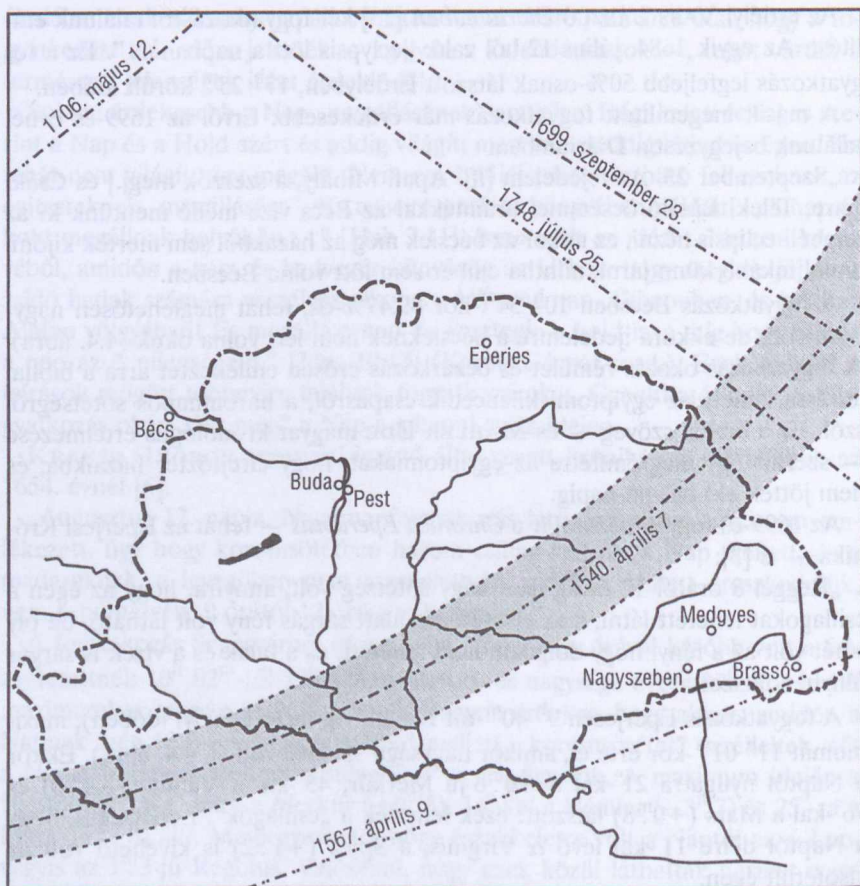
A lőcsei jezsuiták diáriumában található az 1706. május 12-i napfogyatkozás megemlézése [9]:

„Ma 10 óra körül nálunk is látható napfogyatkozás volt, csak hogy azt néhány felhő hirtelen eltakarta szemünk elől.”

A teljes fogyatkozás zónája Magyarországtól északnyugatra húzódott (l. a 4.4. ábrán). Lőcsén mint részlegest láthatták $9^h 48^m$ -tól $12^h 14^m$ -ig, közepe épp 11^h -kor volt 91.63%-os Nap-fedéssel.

Bielz [1] idézi egy szemtanú leírását 1748-ból:

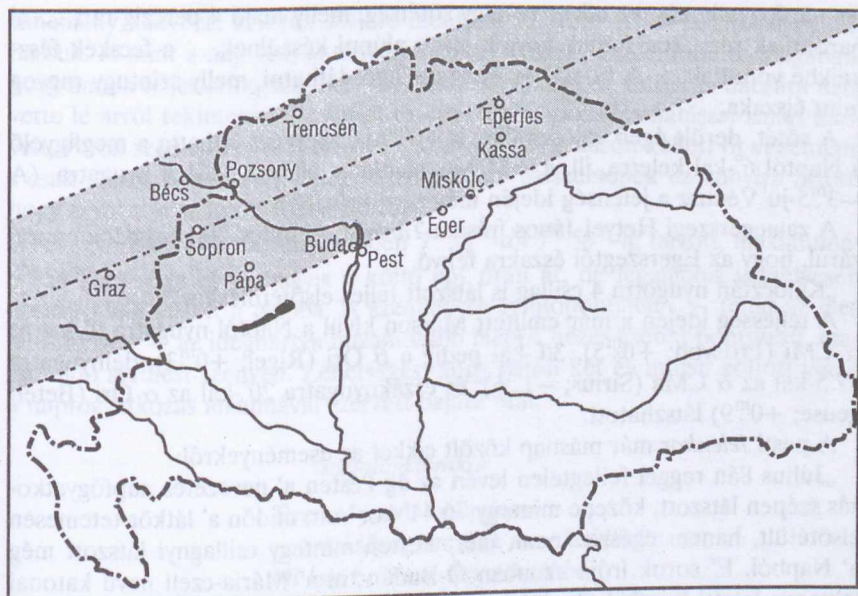
„Juli. 25: Ezen a napon olyan irtózatosságot okozott a napfogyatkozás, amelyet csak egyszer, kisgyermekként éltem meg 1709-ben. Kezdeté 10 órakor, közepe 12 kor, a vége 2 órakor volt. A tyukok a fákra telepedtek, a madarak az erdőbe igye-



4.4. ábra. Az 1567. április 9-i, az 1699. szeptember 23-i, az 1706. május 12-i és az 1748. július 25-i gyűrűs napfogyatkozások centralitási görbéi, és az 1540. április 7-i napfogyatkozás teljességi zónája

keztek, az égen láthattuk a Vénuszt és a Kutyacsillagot nagyon fényesen. Adja isten, ne következzen semmi rossz.”

A fogyatkozás gyűrűs volt, így centralitási görbéjén fekvő helyekről (4.4. ábra) sem volt 100%-os. Brassóban ez is a leírtnál később, $11^h 37^m$ -től $14^h 44^m$ -ig volt látható. A fogyatkozás a legnagyobb, 93.76%-os fázisát $13^h 14^m$ -kor érte el. A maximális elsötétedés idején az akkor $-4^m.2$ fényes Vénusz a Naptól 31° -kal keletre állt, és délkeletre 24° -nyira a Naptól látszott a $0^m.48$ -jú Procyon, az α CMi, a „Kutyacsillag”.



4.5. ábra. Az 1842. július 8-i teljes napfogyatkozás teljességi zónájának részlete

A Bielz idézte szemtanú által, annak gyermekkorában látott fogyatkozás — amennyiben azt is Brassóból látta — az 1709. március 11-i lehetett, amelynek nagysága a maximális fázis idején, $15^h 43^m$ -kor csak 54.45% volt, tehát az emlékezet ugyancsak megnövelte a fogyatkozás mértékét.

Hazánk jelenlegi területéről legutoljára 1842. július 8-án látszott teljes napfogyatkozás [12]. Erről számos újságcikk számol be szemtanúk tapasztalatainak leírásával. A fogyatkozás előtti évben NAGY KÁROLY — aki Bicskén épített csillagvizsgálót — közölt térképet a teljességi sáv rajzával. Az érdeklődő nagyközönség ennek megfelelően várta a már évszázadok óta nem tapasztalt jelenség bekövetkeztét. Egy zalaegerszegi polgár, HETYEI JÁNOS felháborodva tapasztalta, hogy lakóhelyéről nézve a zóna rajzától eltérően a fogyatkozás nem volt teljes. Ennek oka az volt, hogy a teljességi zóna a valóságban néhány kilométerrel északabbra húzódott, mint azt Nagy Károly kiszámolta és lerajzolta, így Zalaegerszeg már ezen kívül esett.

A Surányban tett észleléseiről KUBINYI ÁGOSTON a *Társalkodó* július 16-i számában közölt beszámolót. Ennek néhány részlete:

„... Regg. 6 3/4 ór. Beborulván egészen az ég, a' nap láthatatlan volt, de a' sötétség annyira növekvék, hogy gyertya nélkül írni nem leheté... az ebek lefeküsznek 's alusznak, 'a hévmérő 9 1/2°-ra esik hirtelen. — Regg. 7 ór. Tel-

jes napfogyatkozás, az udvaron nagy sötétség, mely majd 4 perczig tart. . . a' baromfiak rémülten futnak anyjok alá 's alunni készülnek. . . a fecskék fészkeikbe vonultak. . . A homályos égen csillagot láthatni, mely szintugy ragyog mint éjszaka. . .”

A sötét, derült égen valószínűleg a $+0^m2$ -jú Merkúrt láthatta a megfigyelő a Naptól 6° -kal keletre, ill. a $+1^m7$ -jú Marsot a Naptól 32° -kal nyugatra. (A -3^m5 -jú Vénusz a jelenség idején még nem kelt fel.)

A zalaegerszegi Heteyi János írása a *Társalkodó* július 20-i számában azzal zárul, hogy az Egerszegtől északra fekvő

„Kálóczfán nyugotra 4 csillag is látszott teljes elsötétüléskor.”

A teljesség idején a már említett Marson kívül a Naptól nyugatra 9° -kal az α CMi (Procyon; $+0^m5$), 30° -kal pedig a β Ori (Rigel; $+0^m3$), délnyugatra 17.5° -kal az α CMa (Sirius; -1^m6), és északnyugatra 20° -kal az α Ori (Betelgeuse; $+0^m9$) látszhatott.

A pesti *Jelenkor* már másnap közölt cikket az eseményekről:

„Július 8án reggel fellegtelen levén az ég Pesten a' nevezetes napfogyatkozás szépen látszott, közepe mintegy $76\ 44'$ -kor volt, midőn a' látkör tetemesen elsötétült, hanem egészen nem, mert Pesten mintegy csillagnyi látszott még a' Napból. E' sorok írója azonban Ó-Budán tul a' Mária-czell nevű katonai laktanya feletti Kecskehegyen körülbelül $10''$ ig tartó teljes napfogyatkozást látott. Sok nép csődült fel a' budai hegyekre, még a' délfelé fekvőkre is, ugy hogy mint mondják, Sz. Gellérten a' csillagvizsgáló intézet kapuját a' kíváncsi nép betörvén a' nagy rohanás a' kémkedő csillagász vizsgálatait is megzavará. Mindenki érezte a' csillagászat felségét, 's csak azt sajnáltuk, hogy éppen hazánkban kellelőleg sehol nem taníttatik ezen isteni tudomány.”

A Dunánál a teljesség sávjának déli határa kettészelte a várost, és csak Buda északi részein volt észlelhető teljesnek a fogyatkozás. A zóna széle a Margitsziget északi csúcsánál húzódott. Érthető tehát, hogy az Óbudán még teljes fogyatkozás a néhány kilométerrel délebbre fekvő gellérthegyi obszervatóriumban csak részleges maradt. Különbösen érdekes, hogy az „Urania”-ban a „kémkedő csillagász” a jelenségre vonatkozó megfigyeléséről semmiféle beszámolót nem közölt sem honi, sem külföldi lapban vagy tudományos kiadványban. Érdemes megjegyezni, hogy ennek a fogyatkozásnak az egyik megfigyelője, SPLÉNYI BÉLA végezte az első hazai napkorona-észlelést [16].

A fogyatkozás teljességi zónájában feküdt Pápa is (4.5. ábra). PETŐFI mint pápai diák innen nézte végig a fogyatkozást, és alighanem élete végéig megemlegethette. Meggondolatlanságáról és makacsságáról rokona és diáktársa, ORLAY PETRICH SOMA levelében lehet olvasni tanulságos sorokat a fogyatkozással kapcsolatban:

„Így az 1842-dik nyarán majdnem megvakulással lakolt érte (ti. konokságáért. A szerzők jegyzete). Ez évben teljes napfogyatkozás volt látható, s mi e

tünetemény kedvéért a város szélére mentünk ki, hogy teljes pompájában láthassuk. A mint a nap fényes tányérja fogyni kezdett, Petőfi fölöttette magában, hogy annak teljes elfogytaig bele fog nézni, s csakugyan, intéseim daczára nem vette le arról tekintetét. De amint az első sugár igen éles hatással ismét kilövelt, Petőfi szemeire csapta tenyerét, s egész hazáig karon kellett őt vezetnem, s csak napok mulva szűnt meg káprázata, de balszemének ez annyira ártott, hogy avval soh'se látott többé tisztán.”

A fogyatkozás Pápán helyi időben $5^h 55^m$ -tól $7^h 58^m$ -ig tartott, maximumát $6^h 54^m$ -kor érte el — vagyis a költő egy órán át, de legalábbis veszélyesen hosszú ideig nézett a Napba. A szemlencse gyújtópontjában — tehát az éles látás helyén — az ideghártya huzamosabb Napba nézés esetén pontszerű, maradandó sérülést szenved. Lehetséges, hogy Petőfi két év múlva költött verse a napfogyatkozás alkalmával szerzett bajára utal:

Szemfájásomkor

*Teremtő isten! szemeimre
A vakásgot tán csak nem küldöd?
Mi lesz belőlem, hogyha többé
Nem láthatok lánynt s pipafüstöt!*

1842 után már csak részlegesként láthattak napfogyatkozást hazájukban a magyarok (Budapest 1847. október 9-én 89.93%-ost, 1867. március 6-án 91.41%, vagy e században 1961. február 15-én 95.7%-ost). Az 1999. augusztus 11-i nagy európai napfogyatkozás elődje az 1133. augusztus 2-i volt. Ennek 250 km széles teljességi sávja az egész Dunántúlt lefedte, de Buda ekkor is a teljességi zónán kívül esett.

Irodalom

- [1] BIELZ, E. ALBERT: *Beitrag zur Geschichte merkwürdigen Naturbegebenheiten in Siebenbürgen*. Hermanstadt, 1862. Verhandlung und Mittheilungen des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften. Bd. XIII–XVI. Hermanstadt (Nagyszeben), 1862. köt.
- [2] BONFINI, ANTONIO: *Rerum Ungaricum Decodes*, in: *Bibliotheca Scriptorum Medii Recentisque Aevorum Seculum XV*. Ed. J. FOGEL, B. IVÁNYI et L. JUHÁSZ. Tom. II. Dec. II. Lipsiae, 1936.
- [3] *Chronica Eperiensis*. Közli RÉTHLY A.
- [4] Guzics János naplója. Közli RÉTHLY ANTAL. (Rakovszky István: Történelmi Tár, 1889/3)
- [5] HELTAI GÁSPÁR: *Chronica az magyarok viselt dolgairól*. Kolozsvár, 1575.

- [6] *Codex Kraussio Calepinus*. (Krauss György segesvári krónikája.) Közli E. A. BIELZ.
- [7] DR. LAKITS FERENC: A magyarok honfoglalásának ideje és a csillagászat. *Természettudományi Közöny XXII.* (1890. nov.), 561–571. o.
- [8] *Kalendarium az Christus Wrunk Születése után 1626*. (Herlicii David által, Stargart.) Kiadta Brewer Lórinz, Lőcse, 1626
- [9] *A lőcsei jezsuiták diáriuma*. Közli RÉTHLY A.
- [10] RÉTHLY ANTAL: *Időjárási események és elemi csapások Magyarországon*. Budapest, 1962.
- [11] PONORI THEWREWK AURÉL: Nevezetes napfogyatkozások. *Föld és Ég*, VI/3. (1971. V–VI.) 70–71. o.
- [12] PONORI THEWREWK AURÉL: Petőfi szeme és a napfogyatkozás. *Föld és Ég*, XXV/4. (1990. IV.) 122–124. o.
- [13] TAMÁS SPALATÓI ESPERES: *Historia Solonita. Magyarország történetének forrásai* I. köt. XXXIV, XXXVII. fej. 58. Ford.: SZABÓ KÁROLY. Pest, 1860.
- [14] TRAUSCH, JOSEPH: *Chronicon Fuchsino-Lupino-Oltardinum*. Közli RÉTHLY A.
- [15] Vass László *Diariuma*. In: *Magyar történelmi évkönyvek és naplók*, 35. köt.: Írók (III. köt.). MTA III. oszt. kiadása. Budapest, 1896
- [16] *Splényi Béla emlékiratai*. Budapest, 1984. I. köt. 432. o.

A cikkben feldolgozott jelenségekre vonatkozó feljegyzéseket az MCSE Csillagásztörténeti szakcsoportjának – korábbi nevén Csillagásztörténeti Adatgyűjtő Csoportnak – a munkatársai (főként Keszthelyi Sándor, D. Ságodi Ibolya, dr. Tauber György, valamint e cikk szerzői) tárták fel, illetve az ELTE Történeti segédtudományok tanszékéről dr. S. Sárdi Margit bocsátotta rendelkezésünkre.

Segédtablázatok

- [17] P. AHNERT: *Astronomisch-chronologische Tafeln*. 2-te Auflage. Leipzig, 1961.
- [18] U. BAEHR: *Tafeln zur Behandlung chronologischer Probleme*. Teil I–III. Karlsruhe, 1955.
- [19] H. MUCKE–J. MEEUS: *Canon of Solar Eclipses –2003 to +2526*. Wien, 1983.

Kereszturi Ákos

Jönnek a Leonidák!

A Leonida meteorraj egyike a leghíresebbeknek. Általában nem túlságosan aktív, óránként néhány hullócsillagot ad, de 33 évente nagy meteorzáporkat produkál. A következő meteorzapor 1998–1999-re várható, amelyre érdemes felkészülni. A meteorrajok többségének poranyaga rövidperiódusú üstökösökből származik. A Nap közelében felhevülő üstökösmag fagyott gázai szublimálnak, a kipárolgó gáz sok port ragad magával. A kirepült szemcsék az üstököséhez hasonló pályára kerülnek, felhőként veszik körül azt. Idővel a különböző hatások miatt a szemcsék helyzete, mozgása változik, a kisebb felhőből az egész pályát átfogó – sőt azon túl is terjedő – nagy, ritka felhő lesz. Az apró szemcsék pályái könnyebben módosulnak, ezek jobban kiszóródnak – a raj öregedésével nő a nagyobb szemcsék aránya. Az üstökös a napközeliségek során újabb és újabb sűrű felhőket hoz létre a mag körül, melyek idővel szétoszlanak. Így a raj a pályán szétterjedt diffúz, és egy kisebb, sűrű komponensből áll. Minden évben, amikor a Föld keresztezi a raj pályáját, a diffúz komponens részecskéi a légkörbe jutva felizzanak, meteorhullást okoznak. A maghoz közeli sűrű felhővel csak akkor találkozunk, ha az üstökös is a Nap közelében van. A Leonida meteorrajnál ez 33 évente fordul elő. A meteorraj diffúz komponensének sűrűsége a pályára merőlegesen változik. Belső zónái a legsűrűbbek, kifelé fokozatosan ritkul. A rajt keresztezve a meteorok száma növekszik, elér egy maximumot, majd csökken. Ez a menet évente hasonlóan ismétlődik. De a sűrű felhők miatt a meteoraktivitás a normális szint 4–5-szörösére, vagy még erősebben megnő – ezt nevezzük meteorzápornak. (A zápor relatív fogalom, a raj megszokott aktivitásához viszonyítjuk.) A helyzet valójában sokkal bonyolultabb, mint azt vázoltuk. A záporok két csoportját különítjük el: amikor az üstökös napközelben van (pl. *Perseidák*, *Leonidák*, *Draconidák*), és amikor naptávolban jár (pl. *Lyridák*, *Alfa Monocerotidák*, *Ursidák*).

A Leonida meteorraj hullócsillagait november 14–21. között láthatjuk, a maximum 17/18-a körülre esik. (A naptári eltérések, a precessió és a perturbációk miatt a X. században még október közepén jelentkezett.) A retrográd pályán keringő részecskékkal „frontálisan” ütközünk, geocentrikus sebességük 71 km/s. Emiatt egy 0^m -s leonida-meteort okozó részecske tömege csak kb. 0.07 g. Gyakran hagynak nyomot, fénymenetük szimmetrikus. A raj azon



5.1. ábra. Az 1833-as Leonida-zápor egy múlt századi metszeten

részét, mely minden évben aktív, *clino-Leonidáknak* nevezzük, ezek maximumkor 10–15 ZHR-t produkálnak. (A ZHR a meteoraktivitás mérőszáma, értéke annyi meteorral egyenlő, ahányat 6.5 határmagnitúdójú égen egy megfigyelő egy óra alatt látna, ha a radiáns a zenitben volna.) Radiánsuk helyzete 2000-re $RA = 10^h 13^m 2$, $D = +22^\circ$ – több alradiáns is létezik. A radiánsvándorlás $\Delta RA = +0.61/\text{nap}$ és $\Delta D = +0.94/\text{nap}$. A záport okozó komponenst *ortho-Leonidáknak* nevezzük. Bár a Leonidák pályája 17.5° -os szöget zár be a földpályával – azaz „ferdén” haladunk az áramlatban – gyorsan átszeljük a sűrű felhőt. Záporokkor a legtöbb meteor egy fél-egy órás időszak alatt hullik. Valószínűleg több olyan porlepel, filament van az üstökös közelében, melyek bármelyike záport okozhat – ezek mérete, jellemzői ismeretlenek.

A „kezdetektől” napjainkig

A Leonidák záporaiból 1990-ig legalább 23-at sikerült azonosítani. A legelső megfigyelés 902-ből származik, bár egyesek egy 585-ös záport is felismerni vélnek. Leghíresebb záporai 1799-ig a 934., 967., 1037., 1202., 1366., 1533. évben voltak. Nehéz megállapítani, mely évet tekintjük meteorzáporos évnek, és melyet csak erős jelentkezésnek – a fenti listát tovább is bővíthetnénk. Az 1799-es zápor rendkívül látványos volt, többek között A. HUMBOLDT is megfigyelte, ekkor feljegyezték a radiáns közelítő irányát. A következő, 1833-as meteorzápornak több százezren voltak tanúi, pontosabb lett a radiáns pozíciója is. Figyelték a Leonidákra, megindult a nyomozás korábbi jelentkezései után. 1837-ben H. OLBERS felvetette, hogy a szokásos novemberi aktivitásnál erősebb 33-34 évenként jelentkezhet. (1863-ban H. NEWTON is hasonló előrejelzést tett.) Olbers 33.34 évre tette a Leonidák keringési idejét, előre jelezte az 1867-es záport. Pontos pályaszámítást végzett G. SCHIAPARELLI és U. LE VERRIER is [1]. A Leonidák – akkor még ismeretlen – szülőüstökösét a következő napközelségkor fedezték fel. 1865. december 19-én E. TEMPEL, 1866. január 5-én H. TUTTLE figyelt fel a $+6^m$ -s üstökösre az Ursa Maiorban, mely az 1866I Tempel–Tuttle elnevezést kapta, mai jelölése 55P/Tempel–Tuttle. G. Schiaparelli, T. OPPOLZER és C. PETERS egymástól függetlenül felismerték a Leonidák és az üstökös pályájának hasonlóságát, kapcsolatát. Ez év novemberében és az 1867-ben jelentkezett záporok egyértelművé tették a raj és az üstökös napközelsége közti összefüggést. Nagy várakozással tekintettek így az 1899-es visszatérésre. Bár a környező években erős aktivitás jelentkezett, a meteorzápor elmaradt. Ennek oka J. ADAMS és G. STONEY szerint, hogy a raj egy része a Jupiter és a Szaturnusz közelében haladt el, mely pályaváltozást okozott [2]. A sűrű felhő így elkerülte a Földet. Ekkor, és a követke-

ző, 1933-ra esedékes visszatéréskor sem találták meg az üstököst. Többen azt feltételezték, hogy szétporladt, mivel korábbi kettéválásáról már egy 1366-os kínai feljegyzés beszámolt. Sokan lemondtak a Leonidákról. De 1965. június 30-án SCHUBART újra megtalálta az üstököst, és november 16/17-én a zápor is jelentkezett. A következő évben, 1966-ban óriási meteorzápor volt. Az erre vonatkozó becslések különbözőek, 15 000 db/órától 1 millió db/óraig terjednek, átlagosan 100 000 db/óra körüliek. Az aktivitás két óra alatt 1 db/percről kb. 40 db/másodpercre nőtt, mindezt az 5–7 keringéssel korábban kidobott anyag okozhatta [3]. P. MILLMAN radaros mérése alapján a Leonidák legsűrűbb része kb. 35 000 km széles, a raj pályasíkjára merőlegesen. Az 1965-ös zápor 13 órával korábban, a 66-os 1 órával később, a 69-es 4 órával később történt, mint ahogy a Föld áthaladt az üstökös pályasíkján. Az 5.1. táblázatban az 1799. utáni záporok közelítő adatait láthatjuk [4]. Az első oszlop a dátumot mutatja, a második azt, hogy bolygónk az üstökös előtt (–) illetve mögött (+) hány nappal mozgó részecskékkal találkozott (D_{por}), a harmadik a Föld–üstököspálya távolságot tünteti fel a Nappal ellentétes irányban (Δ_p), a negyedik a becsült ZHR-t (utóbbi néhol alacsonyabb a valódinál).

5.1. táblázat. Az 1799 óta történt Leonida-záporok adatai

Dátum	D_{por} nap	Δ_p AU	ZHR
1799.11.11/12.	–116.9	0.0032	20000
1832.11.13/14.	–50.7	0.0013	10000
1833.11.12/13.	+308	0.0013	20000
1866.11.13/14.	+299	0.0065	1000–5000
1867.11.13/14.	+664	0.0065	500–5000
1868.11.13/14.	+1030	0.0065	700
1898.11.14/15.	–235	0.0117	1000
1900.11.15/16.	+495.8	0.0117	1000–5000
1901.11.14/15.	+861	0.0117	7000
1903.11.15/16.	+1591	0.0117	1400
1965.11.16/17.	+195.5	0.0032	5000
1966.11.16/17.	+561	0.0031	20000
1969.11.16/17.	+1656	0.0032	100–250

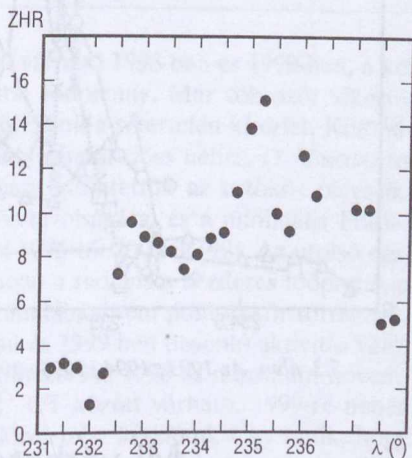
A megfigyelések alapján az üstökös napközelségekor 5-6 éves intervallumban várhatunk szokatlan aktivitást. Mivel az 55P/Tempel–Tuttle perihéliuma 1998 elejére esik, a 90-es évek közepétől fokozottan figyelték a rajt. Pontos nyomon követésére indult az *International Leonid Watch* (ILW – Nemzetközi

Leonida Figyelő) program, amely 1991 óta minden év november 5–25 között „üzemel”.

A raj 1991-ben még a szokásos aktivitást mutatta, mely évről évre kis eltérésekkel ismétlődött [5]. 1992-ben a zavaró holdfény mellett készült észlelések, és az 1993-as adatok nem mutattak változást [6]. 1994 volt az első év, amikor egyértelműen erősödött a raj [7, 8]. Sajnos a holdfény itt is zavart, ezért a számértékek bizonytalanok. Több órán át ($\lambda = 235^{\circ}4' - 236^{\circ}3'$) volt a normálisnál erősebb aktivitás. (A λ számadatok geocentrikus ekliptikai hosszúságot jelentenek 2000.0-re vonatkozóan.) Egy kiugró csúcs is feltűnt, 70–100 ZHR-rel, a hiányos adatok miatt pozíciója csak közelítő. Utólag, a korábbi évek aktivitás-görbéit elemezve egyesek 1993-ban, sőt 1992-ben is látni vélték az erősödést.

1995-ben a zavaró holdfény ellenére ismét látszott a szokatlan aktivitás ($\lambda = 234^{\circ}5' - 235^{\circ}7'$), egy kisebb maximum is feltűnt $\lambda = 235^{\circ}0'$ -nál [9]. Egyértelmű volt a későbbi, $\lambda = 235^{\circ}5'$ -nél mutatkozó csúcs 35 ZHR-rel. Egy „normális” évben ekkor kb. 12 ZHR jellemző.

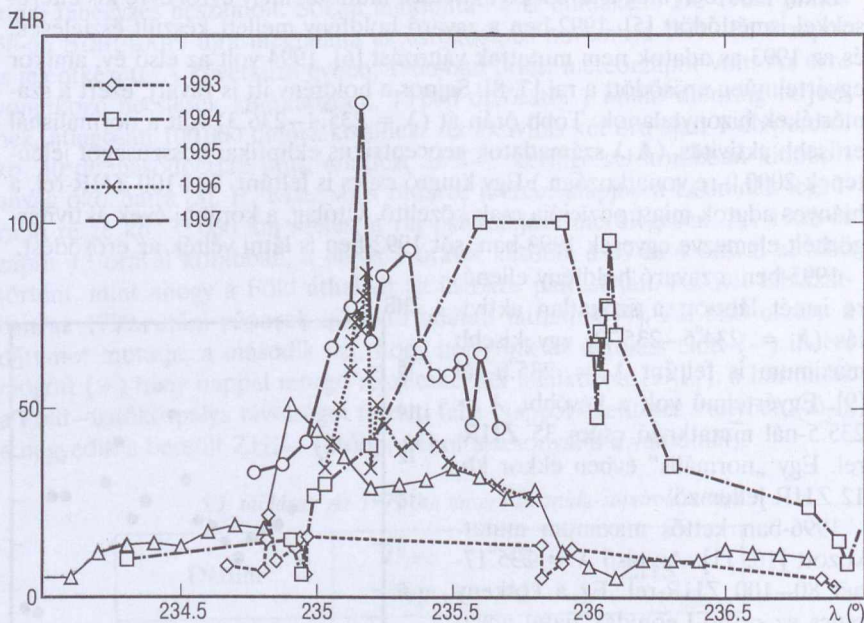
1996-ban kettős maximum mutatkozott [10, 11]. Az első $\lambda = 235^{\circ}17'$ -nél 80–100 ZHR-rel. Ez a keskeny csúcs az ortho-Leonidák fiatal anyagától származhat, a szokásosnál több kisebb szemcsét tartalmazott. A második maximum $\lambda = 235^{\circ}37'$ -kor 40–50 ZHR-el jelentkezett, anyaga idősebb, nagyságrendileg 10 keringéssel ezelőtt keletkezett. A fiatal maximum feltűnése mellett az üstökös közeledtével egy szélesebb tartományban is erősödött az aktivitás.



5.2. ábra. Az 1987–1991 közötti Leonida-aktivitás átlagos menete

1997-ben az olasz rádiós észlelések alapján november 17-én 8^h 15^m UT-kor ($\lambda = 235^{\circ}05'$) egy kisebb, majd 10^h 50^m UT-kor ($\lambda = 235^{\circ}16'$) egy nagyobb éles maximum mutatkozott, több kisebb csúccsal együtt. 22^h 35^m UT-kor ($\lambda = 235^{\circ}65'$) jelentkezett a széles maximum. A holdfénynél készült vizuális észlelések bizonytalanok, de a 10^h 50^m-es csúcsot, és a későbbi szélesebb maximumot is megerősítik. MASAO KINOSHITA Hawaiiiról 10^o látómezejű videokamerával egy „mikro-záport” is rögzített. November 17-én 13^h 35^m 51^s és 13^h 35^m 53^s között ($\lambda = 235^{\circ}27'$), azaz mindössze 2 másodperc alatt, legalább 100 db –2 és

+4 magnitúdó közötti meteort figyelt meg! A teljes észlelés alatt 13–16^h UT között – az előbbieket nem számítva – 30–40 leonidát rögzített.



5.3. ábra. Az 1993., 1994., 1995., 1996., 1997. évi leonida maximum adatai

Mi várható 1999-ben?

Az 55P/Tempel–Tuttle-t 1997.03.04-én K. MEECH, O. HAINAUT és J. BAUER fedezte fel a Keck-teleszkóppal. Napközelpontját 1998.02.28,0110 UT-kor érte el 0.976 AU-nál. Magjának átmérőjét az 1965-ös perihéliumátmenet alapján 4 km-re, jelenleg a HST-vel 3.6 km-re becsülték. Ha a korábbi záporok idejét, pozícióját figyelembe vesszük, ábrázolhatjuk az üstökös körüli por-eloszlást. A legtöbb por az üstökös „mögött”, a Nappal ellentétes irányban, azaz „kifelé” van [1]. (Eloszlását a mag közelében sem a kidobódás, inkább a sugárzási folyamatok, perturbációk határozzák meg.) A korábbi adatokat összevetve szokatlan aktivitásra az üstökös napközelsége előtt vagy után kb. 2500 napig lehet számítani, ha az üstökőspálya minimális földtávolsága a Nap felé nem nagyobb 0.025 AU-nál, ellentétes irányban pedig 0.010 AU-nál.

5.2. táblázat. A Leonida raj pályasíkjának keresztezései 1995–2001-re

Időpont (UT)	D_{por} nap	Δ_p AU	Kedvező területek
1995.11.18. 01 ^h 15 ^m	−838	0.00985	Ázsia, Európa
1996.11.18. 07 ^h 20 ^m	−473	0.00867	Amerika
1997.11.17. 13 ^h 35 ^m	−108	0.00796	Ny.-Amerika, Csendes-ó.
1998.11.17. 19 ^h 45 ^m	+257	0.00841	Ázsia
1999.11.18. 01 ^h 50 ^m	+623	0.00714	Ázsia, Európa
2000.11.17. 08 ^h 05 ^m	+988	0.00534	Amerika
2001.11.17. 14 ^h 25 ^m	+1354	0.00492	Csendes-óceán

Mindezek után nehéz megmondani, mi várható 1998-ban és 1999-ben, a két legjobb évben. A meteorcsillagászat fiatal tudomány. Már többször sikerült meteorzáporokat előre jelezni, de még több volt a sikertelen kísérlet. Különösen a zápor időpontjának óra pontosságú meghatározása nehéz. D. YEOMANS és J. MASON nyomán az 5.2. táblázatban feltüntettük az üstökös pályasíkjának keresztezésére, a poranyag üstökös-távolságára, és a minimális Föld–üstököspálya távolságra becsült értékeket 1995-től 2001-ig [12]. Az utolsó oszlopban azok a területek találhatók, ahonnan a radiáns a kérdéses időpontban látható. A fő probléma, hogy a záporok általában nem pont akkor történnek, amikor a pályasíkon áthaladunk. 1998-ban és 1999-ben hasonló aktivitás valószínű, mindkét évben kedvező lesz a holdfázis. Az 1998-as maximum november 17-én 12^h UT és november 18-án 2^h UT között várható. 1999-re nehéz az 1998-as események ismerete nélkül előrejelzést készíteni. Úgy tűnik, hogy 1999-ben az 1867-es kisebb záporhoz lesz hasonló a geometria. Az üstökös pályasíkját az újabb számítások szerint – a 5.2. táblázat adataihoz hasonlóan – november 18-án 01^h 15^m UT-kor keresztezzük. A meteorzápor feltehetőleg november 17. 23^h 30^m UT és november 18. 03^h 00^m UT között lesz, ami kedvező Kelet-Európának [13]. Ez a hazánkban érvényes közép-európai idő szerint november 18. 00^h 30^m és 04^h 00^m, azaz november 17-ről 18-ra virradó éjszakát, illetve hajnalt jelent. (Más becslések viszont november 17. 19^h UT és november 18. 10^h UT közé teszik az időpontot [14].) A zápor valószínűleg kisebb lesz az 1799-esnél vagy az 1966-osnál, de így is 1000–5000 ZHR várható, ez percenként többször tíz meteort jelent. 2001–2002-ig az előrejelzések bizonytalansága miatt minden év november 17/18-án érdemes az eget figyelni.

Az 1998-as és 1999-es Leonida-maximumra sok ezer amatőr és szakcsillagász készül. A hagyományos módszerek mellett intenzív radaros kutatóprogramok indulnak, a NASA egy Boeing 707-es gépből kialakított ARIA repülőgép-

pét indítja a meteorok felhő feletti megfigyelésére. Egyéb programok mellett várható elektronikus Leonida-forrádrót létrehozása.

Az Oroszlán csillagkép és a rádiás csak éjfél körül kel. így este 10^h tájban érdemes a megfigyelést kezdeni. A megfigyeléshez — kellően felöltözve — sötét, közvilágítástól mentes helyre, a városoktól minél messzebb települünk ki. Novemberben igen rossz az időjárás, lehet hogy csak néhány helyen lesz derült az ég. Ezeket a derült foltokat elérhetjük, autóval akár követhetjük is, ha friss műholdképeket szerzünk az alábbi címről: <ftp://ftp.mcse.hu/pub/meteosat/images>. Az 1999-es maximum időpontját az 1998-as után nagyobb pontossággal tudjuk majd előre jelezni. Így 1999. november közeledtével mindenképpen keressük fel a Magyar Csillagászati Egyesületet újabb információkért. Címünk: MCSE, 1461, Budapest, Pf. 219., illetve <http://www.mcse.hu/leo99>. Az, aki tudományosan is használható megfigyeléseket akar készíteni, szintén az MCSE-vel lépjen kapcsolatba.

Végzőként csak annyit írhatunk, nem biztos, hogy 1999. november 17-ről 18-ra virradó éjszaka a meteorzápor látszani fog hazánkban. De ha az előrejelzések beválnak, életre szóló látványban lesz részünk — mindezért egy éjszaka nem nagy áldozat.

Irodalom

- [1] YEOMANS, D. K.: (1981), *Icarus* **47**. 429. o.
- [2] KRONK, G. W.: (1988), *Meteor Showers*, Enslow Publishers, Inc., USA
- [3] RAO, J.: (1995), *Sky and Telescope*, **90**. 24. o.
- [4] JENNISKENS, P.: (1995), *Astronomy and Astrophysics* **195**. 206. o.
- [5] BROWN, P.: (1992), *WGN (Working Group News)* 20 **5**. 207. o.
- [6] LANGBROEK M.: (1996), *WGN* 24. **1–2**. 46. o.
- [7] BROWN, P.: (1995), *WGN* 23. **5**. 178. o.
- [8] JENNISKENS, P.: (1994), *WGN* 22. **6**. 194. o.
- [9] BROWN, P.: (1996), *WGN* 24. **5**. 139. o.
- [10] BROWN, P.: (1997), *WGN* 25. **5**. 210. o.
- [11] ARLT, R., RENDTEL, J., BROWN, P.: (1996), *WGN* 24. **6**. 203. o.
- [12] MASON, J. W.: (1995) *Journal of the BAA*, **105**. 219. o.
- [13] ARLT, R.: (1998), személyes közlés
- [14] BROWN, P.: (1992), *Proceedings IMC Smolenice*, 9. o.

Kereszturi Ákos–Sárneczky Krisztián

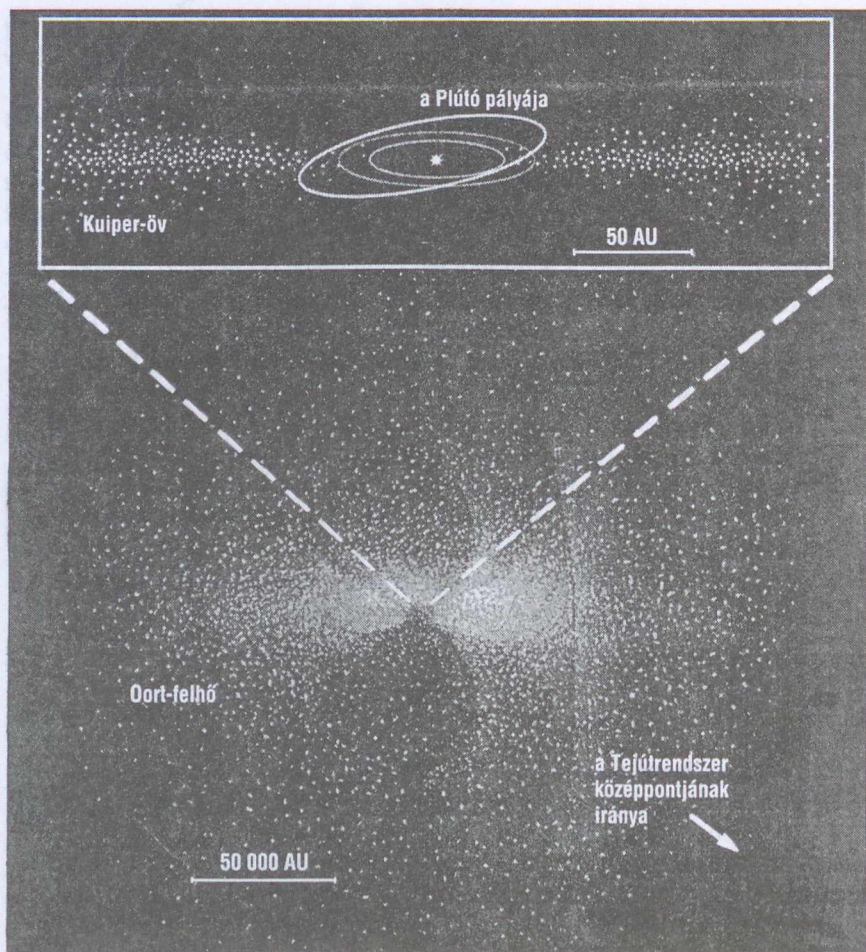
Kisbolygók a Naprendszer peremén

Akik szorgosan figyelik a Naprendszer kutatásával összefüggő híreket, tudhatják, hogy forradalmi korszakot élünk, melyben újra kell értékelnünk a Naprendszer apró égitestjeiről alkotott képünket. Tervezett és már úton lévő űrszondák vizsgálják a kisbolygókat és az üstökösöket, miközben a földi megfigyelők tucatnyi program keretében keresik az újabb földsúroló kisbolygókat. Az észlelési technikák tökéletesedése nyomán leomlani látszik a kisbolygók és üstökösök közé húzott válaszfal. S végül ott vannak a bolygórendszer peremén mozgó, halvány égitestek, melyek felfedezése szintén a legújabb idők technikai haladásának köszönhető, bár létüket már évtizedekkel korábban megjósolták. Cikkünkben erről a *Kuiper-övnek* nevezett térségről és az utána következő *üstökös-felhőről* szeretnénk összefoglalást adni, teret szentelve a gyakorlati kutatásoknak és az azokból levont következtetéseknek is.

Túl a Plútón

Századunk közepétől egyre világosabbá vált, hogy a Naprendszer nem ér véget a Plútónál, de egészen az utóbbi évekig csak közvetett bizonyítékok voltak a távolabbi égitestek létezésére, amelyek között első helyen az *üstökösök* álltak. A kozmikus időskálán mérve rövid élettartamú kométák gyakran látogatnak a Nap közelébe, s minden perihélium-átmenetük során párolognak. Idővel anyaguk teljesen elfogy, ezért folyamatos pótlásukhoz újabb és újabb üstökösök kellenek. Ehhez egy nagy „üstökösraktár” szükséges, amelynek az üstököspályák elnyúltsága miatt a Neptunuszon túl kell húzódnia (6.1. ábra).

J. OORT munkássága nyomán ezt a hipotetikus felhőt *Oort-féle üstökösfelhőnek* nevezték el. Itt hatalmas számban keringenek a fagyott üstökösök, melyek különböző hatásokra a Naprendszer belső térsége felé indulhatnak. Az észlelt kométákat rövid és hosszú periódusúakra osztjuk. Ezek keringési idejük mellett pályahajlásukban is különböznek. A hosszú periódusúak bármilyen inklinációjúak lehetnek, vagyis az ég bármely része felől jöhetnek, a rövid periódusúak inklinációja viszont kicsi, ezek a bolygók keringési síkjában csoportosulnak.



6.1. ábra. A Naprendszer üstökősfelhői

Az első elméletek szerint a hosszú periódusú üstökösök a gömb alakúnak feltételezett Oort-felhőből érkeznek, majd az óriásbolygók gravitációs perturbációi rövidebb periódusú pályára állíthatják őket, létrehozva a rövid periódusú üstökösök csoportját. Az újabb modellek szerint ez a folyamat nem működik elég hatékonyan, nem lehet vele megmagyarázni a rövid periódusú üstökösök nagy számát. Ehhez egy közelebbi, a bolygók keringési síkjában lévő, korong alakú felhőt kellett feltételezni. Ennek lehetőségét elsőként K. E.

EDGEWORTH és G. KUIPER vetette fel 1951-ben. Ezt a felhőt nevezzük ma *Kuiper-övnek*, vagyis kissé igazságtalanul kimaradt Edgeworth neve.

A Naprendszer keletkezését taglaló elméletek is az üstökösfelhők mellett szóltak. Mintegy 4.6 milliárd évvel ezelőtt, az Ósnap körüli korong alakú felhőben az anyag szilárd testekké állt össze. A felépülés során *bolygócsírák* keletkeztek, amelyek további ütközésekkel összetapadva végül felépítették a nagybolygókat. Az összeállás természetesen nem volt tökéletes, sok bolygókezdemény kimaradt belőle. Különösen igaz volt ez az ősköd külső, hidegebb térségeire, ahol az illékony anyagok is szilárd testeket alkottak.

Az óriásbolygók gravitációs terük révén közülük sokat messzire „kipenderítettek”. Ezek egy része ma is ott kering az óriásbolygókon túl, gyarapítva az Oort-féle üstökösfelhőt. Fontos kérdés, hogy milyenek voltak a kiszórt bolygócsírák. Többségük apró, néhány km-es, vagy még kisebb égitest lehetett, de akadt köztük néhány száz vagy ezer km átmérőjű is. Nagyrészüket kilöködött, de sok a bolygóba csapódott, vagy azok holdja lett. Nagy bolygócsírák becsapódásai hozhatták létre pl. az *Uránusz* és a *Neptunusz* nagy tengelyferdeségét. Megmaradt bolygócsíra lehet a Neptunusz *Triton* holdja, és maga a *Plútó* is. Ilyen becsapódások, befogások csak akkor következnek be elfogadható valószínűséggel, ha sok bolygócsíra keringett az óriásbolygók között. A számítások szerint nagyságrendileg 1000 Plútó-szerű égitest volt az ősi Naprendszerben 20–50 AU távolságban. Emellett igen valószínűtlen, hogy az ősköd a Neptunusz után hirtelen ért volna véget, így joggal számíthatunk többféle felhőre és égitestcsoportra is ebben a térségben.

Az üstökösfelhők

Az üstökösfelhők fejlődésének rekonstruálásához az ősi Naprendszerből kell kiindulnunk. Az óriásbolygók növekedésük során a környezetükben lévő bolygócsírákat egyre erősebben vonzották, mozgásukat perturbálták. Azok a bolygócsírák, melyek nem „találták el” a hozzájuk legközelebbi óriásbolygót, mellette elhaladva pályát változtattak, s kedvező esetben messzire kirepültek a térségből. Jelenleg nem tudni, a bolygócsírák eredeti össztömegének mekkora része épült be a bolygóba, és mekkora maradt ki a folyamatból.

A Jupiter és a Szaturnusz nagy tömeggel rendelkezik, így az általuk kilökött égitesteknek akkora kezdősebességet adtak, hogy azok többsége valószínűleg végleg elhagyta a Naprendszert. Az Uránusz és Neptunusz által kilökött objektumokból már több maradt a Naprendszer tagja. Ezek arányát is nehéz megbecsülni, egyes elméletek szerint az Uránusz–Neptunusz térségéből kilökött objektumok kb. fele távozott el véglegesen.

A „gyengén” kilökött égitestek elnyúlt pályára álltak a Nap körül, afélium-távolságuk elérhette a több ezer AU-t is. Halmazuk kiterjedt felhőt alkotott a Nap körül, ám hosszú pályájukon csak ritkán látogattak vissza a bolygók térségébe. Ilyenkor vagy eltalálták valamelyik bolygót, esetleg a Napot, vagy pályájuk tovább módosult.

Napunk egy molekulafelhőben keletkezhetett, születésekor talán egy nyílt-halmaz tagja volt. Azt biztosra vehetjük, hogy akkor sokkal nagyobb volt a közelében a csillagsűrűség, mint jelenleg. A közeli csillagok és a molekulafelhő gravitációs tere szintén módosította és ezáltal véletlenszerűvé tette, a messzire kóborló bolygócsírák útvonalát. Az égitestek egy része így olyan pályára került, amely többé nem vezetett a Naprendszer belsejébe. Ezek, valamint az időnként belátogató objektumok egy kiterjedt, a Naprendszer fősíkjában sűrűsödő felhőt alkottak. Ezt ma a *Hills-felhő*nek, avagy *belső Oort-felhő*nek nevezik.

A Hills-felhő 1000-5000 AU táján kezdődik, külső határa 10-20 000 AU-nél lehet. Tömege néhányszor 10 földtömeg lehet, de ez az adat igen bizonytalan. Becslések szerint 1000-10 000 milliárd Halley-kategóriájú üstökösmagot tartalmazhat, legnagyobb égitestjei kb. Plútó méretűek lehetnek. A felhőt alkotó égitestek pályái elnyúltak (nagy excentricitásúak), síkjuk a Naprendszer fősíkjában mutat enyhe csoportosulást. A Hills-felhő külső határát a galaktikus környezet jelöli ki. A pályák hosszú távon kb. 10-20 000 AU-ig stabilak, ennél messzebb már erősek a külső, például a közelben elhaladó csillagoktól eredő gravitációs hatások. A Hills-felhő különböző folyamatok révén eredeti tömegének durván a felét már elvesztette.

A *külső Oort-felhő* 10 000 AU-tól 100-200 000 AU-ig terjedhet. A pályák itt is elnyúltak, inklinációjuk viszont véletlenszerű, ezért ez a felhő gömb alakú. Tömege nagyságrendileg tizede a Hills-felhőének, néhány 100, néhány 1000 milliárd Halley-kategóriájú üstökösmagot tartalmazhat. A külső hatások miatt ezeken a pályákon az égitestek tartózkodási ideje rövidebb a Naprendszer koránál. A mai külső Oort-felhő kevés olyan égitestet tartalmaz, amely még a Naprendszer keletkezésekor került ide. A külső Oort-felhő a Hills-felhőből kap utánpótlást, és azzal ellentétben csak gyengén kötött a Naprendszerhez.

A Naprendszer nem elszigetelt terület, környezetében a csillagok és a csillagközi felhők jönnek-mennek, hatásuk a külső Oort-felhőre a legnagyobb. A Naprendszer keletkezése óta néhány ezer, legalább egy naptömegű csillag haladt el 100 000 AU-nél közelebb, ami néhány millió évente jelent egy közelítést. Hatalmas molekulafelhőkkel sokkal ritkábban, kb. 100 millió évente találkozhatunk. Ezek hatására megváltozik az üstökösmagok impulzusmomentuma, egy részük beljebb löködik, mások viszont végleg elszakadnak a Naprendszertől. Ugyanilyen hatással van a galaktikus árapálymező, mely főként Tejútrendszerünk fősíkjának, kisebb mértékben magjának gravitációs ha-

tásától ered. Egyes elméletek szerint a külső Oort-felhőből érkező üstökösök többségét ez a folyamat juttatja a Naprendszer belsejébe.

Ezek a hatások kevésbé érintik a Hills-felhőt. Azonban durván 100 millió évente egy-egy csillag közvetlenül is áthalad a Hills-felhőn, teljesen összezavarva annak szerkezetét. Az üstökösmagok részben a belső Naprendszer felé indulnak, és néhány évmillióig tartó erős üstököszáport okoznak, részben végleg elszakadnak a Naprendszertől. Az égitestek egy része a külső Oort-felhőbe jut, mely ilyenkor kap utánpótlást.

A Kuiper-öv

Megállapítottuk, hogy a Hills-felhőbe és a külső Oort-felhőbe kerültek a kiszórt üstökösmagok. De mi a helyzet közvetlenül a Neptunuszon túl? A korong alakú ősködben a Neptunuszon túl is megkezdődött a bolygócsírák felépülése, itt azonban nem állt össze óriásbolygó, talán a kisebb anyagsűrűség és keringési sebességek miatt. A Neptunuszon túl tehát egy fejlődésben a bolygócsírák szintjén megrekedt, lapos, korong alakú zóna lehet, a *Kuiper-öv*.

A Kuiper-öv alatt a Neptunusz környékén, azaz 30 AU-nél kezdődő és kb. 500-1000 AU-ig húzódó zónát értünk. Ha egy Kuiper-objektum a belső bolygók térségébe kerül, akkor rövid periódusú üstökös lesz belőle. Azokat az égitesteket, amelyeknek a pályája még nem érte el ezt a fejlődési fázist, de a Neptunusznál már beljebb, az óriásbolygók közé jutottak, *kentauroknak* nevezzük.

A kialakult bolygócsírák (a továbbiakban Kuiper-objektumok) pályaeccentricitása igen kicsi volt, közel állt a köréhez. Az inklinációk alakulásáról, vagyis a korong vastagságáról még kevés információnk van, ám az egyre szaporodó felfedezések már sejtetik a tendenciákat. Ha az ősköd anyagának sűrűségeloszlását normálisnak vesszük, akkor a Neptunusztól távolodva egyre kevesebb égitest alakulhatott ki. A Kuiper-objektumok eredeti méreteloszlását szintén csak körvonalazni tudjuk. Valószínű, hogy minél kisebb objektumokat vizsgálunk, annál több jött létre belőlük. A legnagyobbak Plútó méretűek lehettek.

A jelenlegi modellek szerint a 30–50 AU közötti térségben eredetileg 10 földtömegnyi anyag volt. Ennyi szükséges ahhoz, hogy a rendelkezésre álló idő alatt az 1992 QB1-hez hasonló, 200 km körüli Kuiper-objektumok kialakulhassanak (STERN, 1996). Amikor a Neptunusz tömege megközelítette a jelenlegit, a Kuiper-objektumok növekedése a bolygóval szomszédos kb. 50 AU-ig terjedő részben lelassult vagy leállt. A gázóriás gravitációs terével elnyújtotta az egyes objektumok pályáját. Ettől nőtt az ütközések sebessége,

energiája, és lassult a felépülés, gyakoribb lett a szétdarabolódás (Stern és COLWELL, 1997). Hasonló folyamattal állította le a kisbolygók növekedését a főövben a Jupiter is.

Létrejött tehát a Kuiper-öv, amelynek fejlődése a további 4.5 milliárd évben sem állt meg. Továbbra is fontosak maradtak az ütközések. Az övet ilyen szempontból egy aktív belső és egy kevésbé aktív külső zónára oszthatjuk. Az aktív térség kb. 60-100 AU-ig terjed, itt jelentősek az ütközések, és befelé haladva egyre jobban érezni az óriásbolygók, főleg a Neptunusz gravitációs hatását. Kb. 100 AU-n túl az óriásbolygók perturbáló hatása elenyésző, az ütközések ritkábbak, így itt az ősihez közelebbi állapotok uralkodhatnak (MORBIDELLI és társai, 1995). A Neptunusz gravitációs perturbációi az aktív zóna belső részéből kiszórták a Kuiper-objektumok nagy részét, ezek a rezonanciákkal „védett” helyeken maradhattak meg, így a ma itt található tömeg csak töredéke az eredetinek.

Az ütközések befolyásolták a méreteloszlást, megnövelték a kisebb testek arányát. Ma az aktív zónában a 10–20 km alatti objektumok többsége ütközési töredék lehet (THOLEN és BUIE, 1997). Az átlagos ütközési sebesség itt 100 m/s nagyságrendű, ami lényegesen kisebb a kisbolygóövben jellemző 5-6 km/s értéknél. A 100 km-nél nagyobb méretű égitestek többsége valószínűleg eredeti, nem töredék égitest (DAVIS és FARINELLA, 1997). A 80 AU-nál távolabbi tartományokban, a mikroszkopikus szemcséket kivéve, a méreteloszlás az eredetihez közeli állapotokat tükrözhet. Az ütközések szerepe kettős. Egyrészt megváltoztatják a testek méreteloszlását és szerkezetét, valamint egyszerűbb kémiai átalakulásokat is okozhatnak. Az ütközések hatására a belső övben évente átlagosan 10 db, 1–10 km közötti új töredék keletkezhet. Az ütközések során különböző mértékben tömörödhetnek az objektumok. Más lehet egy 20 km-es égitest 5 km-es szilánkjá, mint egy 100 km-es hasonló méretű darabja, ami magyarázatot adhat az üstökösmagok változatosságára. Másrészt az ütközések pályaváltozásokkal is járnak. A keletkezett repeszek egy része rezonanciapályákra kerülhet, ahonnan a Neptunusz még beljebb hozhatja őket, kentaurokká vagy rövid periódusú üstökössökké alakítva őket. Az ütközések révén por is termelődik, amelynek keletkezési üteme a belső, aktív területen 10^8 - 10^{11} g/s lehet. Ennek a pornak egy része lassan befelé halad, útja során legalább felét az óriásbolygók kiszórják, ám kisebb mennyiségben egészen a belső bolygókig juthat, miközben hozzájárul az interplanetáris anyag mennyiségéhez (LIU és társai, 1997).

A Kuiper-objektumok keletkezésük óta egyéb átalakulásokon is keresztül-mehettek. A rövid életű radioaktív elemek a nagyobb objektumoknál okoztak változásokat, de ez még életük legelején történhetett. A későbbiekben extraszoláris, vagyis Napon kívüli hatások érték őket. A Nap részecskesugárzá-

sának, azaz a napszélnek a tartománya kb. 40–100 AU-ig terjed. A határ, a *heliopauza* mindig máshol húzódik, annak megfelelően, ahogy a Nap aktivitása és a csillagközi anyag jellemzői változnak. A Kuiper-öv nagy része a heliopauzán kívül van, így az égitestek a csillagközi anyaggal közvetlen kölcsönhatásba kerülnek. Naprendszerünk közel 20 km/s sebességgel halad galaktikus környezetéhez képest, így a Kuiper-objektumok is ilyen sebességgel ütköznek az intersztelláris anyaggal. Ennek egy része lerakódik felszínükre, más része, pl. a porszemcsék becsapódásai eróziós hatást fejtenek ki. Az erózió gyakorlatilag azokra az időszakokra korlátozódik, amikor molekulafelhőkön haladunk keresztül. Mégis, mindent összevetve a két folyamat közül az erózió hatása az erősebb. A Naprendszer élettartama alatt 10–100 g anyagot pusztíthatott le az égitestek felszínének minden négyzetcentiméteréről. Ez kb. 1 m vastag réteget jelent, így az eredetileg 2 m-nél kisebb objektumok napjainkra már eltűntek. Az apró becsapódások során keletkező szubmikronos szemcséket a csillagközi anyag „kifújja” a Kuiper-övből.

Kismértékben a közeli csillagok részecskesugárzásai, a szupernóva-robbanások is alakítják külső anyagukat. A kozmikus sugárzás tartós bombázásának hatására a felszín széntartalmú anyagai bonyolultabb szerves vegyületekké alakulhatnak át.

A Kuiper-öv felderítése

Az első szisztematikus kutatást a Neptunuszon túli égitestek felderítésére CLYDE TOMBAUGH végezte 1929 és 1943 között. Ez idő alatt $16^m.5$ -ig átvizsgálta az égbolt egy jelentős részét, amelybe a teljes ekliptika beleesett. Egyetlen Neptunuszon túli égitestet talált, a *Plútót*. Miután a Plútóról megsejtették, hogy kicsi tömege miatt nem lehet a keresett bolygó, 1940-ben a Plútóhoz hasonló égitestek csoportjára vadászva már Tombaugh is átvizsgált az ekliptika mentén egy 80° hosszú sávot, vagyis egy 1530 négyzetfokos területet. Hosszú expozíciós felvételeinek határfényessége 18^m ($R = 16^m.8$) volt, de nem talált semmit.

A második és egyben utolsó nagy fotografikus kutatást egy véletlen felfedezés indította el. CHARLES KOWAL 1977 őszén a Palomar-hegyi 122 cm-es Schmidt-teleszkóppal halvány holdak, kisbolygók és üstökösök után kutatott. Az egyik október 18-i és 19-i felvételpárján egy ismeretlen, lassú mozgású égitestet talált, melynek elmozdulása arra utalt, hogy a Neptunusz térségében jár.

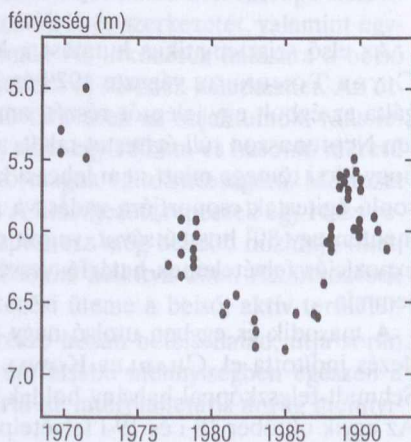
Itt egy kis kitérőt kell tennünk, hogy megértsük a (kis)bolygókeresés stratégiáját. A Naprendszer égitestjei szembenállásuk környékén látszólag hátráló, tehát nyugati irányú mozgást végeznek. Ez a Föld mozgásából eredő parallaktikus elmozdulás. Ahhoz lehetne hasonlítani, mint amikor a sztrádán megelő-

zünk egy autót, mely ekkor látszólag hátrafelé látszik mozogni, holott velünk egy irányba halad. Az elmozdulás sebességéből pedig következtetni lehet az égitest naptávolságára. Ez a Szaturnusz távolságában $12''/\text{óra}$, míg a legbelső, 30–50 AU között mozgó Kuiper-objektumok esetében $5\text{--}3''/\text{óra}$. Ezek az értékek szigorúan az oppozíciós pont környékére vonatoznak, hiszen stacionárius pontja közelében (ahol a hátráló mozgás lassan előretartóvá változik) egy főövbeli kisbolygó is mutathatja egy Neptunuszon túli égitest elmozdulását. Tehát ha az oppozíciós pont környékén keresgélünk, a látszó elmozdulás azonnal megadja, hogy kb. milyen távol lehet az égitest.

Visszatérve Kowal objektumára, hamarosan kiderült, hogy az égitestek egy egészen új osztályának első képviselője. Pályája, melyet durván 50 év alatt jár be, a Szaturnusz és az Uránusz között húzódik. Ma már tudjuk, hogy a Kuiper-objektumokat és a rövid periódusú üstökösöket összekötő égitesttípust képviseli, amelyek az óriásbolygók között keringve arra várnak, hogy egy közelítés kilendítse őket az átmeneti állapotukból. Pályájuk rövid idő alatt is jelentősen megváltozhat, dinamikai élettartalmuk alig 10 millió év. Kowal javaslatára az égitestet Uranosz unokájáról, Szaturnusz fiáról, Chironról nevezték el. Chiron kentaur volt, ezért ezt az égitestcsoportot *Kentaur-csoportnak* nevezte el a csillagász szakzsargon, ám az elnevezés hamarosan hivatalos rangra emelkedett. Kowal a felfedezés után nyolc év alatt 6000 négyzetfokot vizsgált át $R = 19^m.5$ -ig, de nem talált a Chironhoz hasonló égitestet (KOWAL, 1989).

A második kentaur, az 1992-ben felfedezett (5145) *Pholus* számos lényeges tulajdonságban különbözik a Chirontól. Bár átmérőjük (182 és 185 km) valamint perihélium-távolságuk (kb. 8.5 AU) is igen hasonló, a Chiron albedója 0.11, míg a *Pholus*é csak 0.04, akárcsak egy öreg üstökös-magé. Ráadásul a Chiron üstökösszerű aktivitást is mutatott, míg a *Pholus* esetében ilyesmit eddig nem figyeltek meg.

Nagy naptávolsága ellenére a Chiron 1989-ben kómát és csóvát növesztett. Kómájának neutrális színe arra utalt, hogy sok, legalább mikros méretű szemcsét tartalmaz. Ilyen naptávolságban a vízjég fagyott állapotban van, ezért valamilyen illéko-



6.2. ábra. A (2060) Chiron abszolút fényességének változása. Figyelmet érdemel, hogy 1971-es aféliuma idején fényesebb volt, mint a 80-as években.

nyabb anyag, szénmonoxid-, metán-, vagy nitrogénjég szublimációja lehet felelős az aktivitásért. Egy 1994-es csillagfedése alkalmával (I. *Csillagászati évkönyv 1997*. 134. o.) sikerült két kilövellést (vagy egy görbülő kilövellés két részét) megfigyelni, amely(ek) a felszín néhány km átmérőjű területéről indult(ak) ki. Noha felszínének alig 1%-a lehet aktív, jelentős tömege miatt a kidobott anyagot tovább tartja maga körül, mint egy átlagos üstökös-mag. Elképzelhető, hogy a kirepült anyag egy része, pl. a vízjég-kristályok, visszahullanak a felszínére, és az így keletkező réteg közreműködik semleges színe és a társainál nagyobb albedója kialakításában. Aktivitása ingadozó, meglepő módon az 1996-os napközelség idején inaktív volt.

Jelenleg 8 kentaurt ismerünk (6.1. táblázat), melyek közül ötöt a földsűrű kisbolygók kutatásával foglalkozó *Spacewatch*-csoport talált. A legkisebb a 40 km átmérőjű 1994 TA, míg a legnagyobb a 300 km-es 1997 CU26. Különösen nagy érdeklődéssel várják az 1995 GO napközelségét, amely 2002-ben, 6.8 AU naptávolságban fog bekövetkezni, hogy vajon mutat-e majd üstökös-szerű aktivitást?

6.1. táblázat. Az eddig felfedezett kentaurok

Név	q AU	a AU	i °	P év	m	D km	felf. napja	felfedező
Chiron	8.453	13.648	6.94	50.4	18 p	182	1977.11.01.	Kowal
Pholus	8.688	20.357	24.70	91.9	17.0V	185	1992.01.09.	Rabinowitz
Nessus	11.824	24.735	15.64	123.0	20.0V	70	1993.04.26.	Rabinowitz
1994 TA	11.729	16.843	5.40	69.1	22.5R	40	1994.10.02.	Chen és t.
1995 DW2	18.863	24.950	4.15	124.6	21.2R	95	1995.02.27.	Jewitt és t.
1995 GO	6.838	18.072	17.64	76.8	20.1V	95	1995.04.05.	Scotti
1997 CU26	13.067	15.709	23.43	62.3	18.0V	300	1997.02.15.	Scotti
1998 SG35	6.839	8.938	14.01	26.7	21.0V	40	1998.09.19.	Montani

q a perihéliumtávolság, a a fél nagytengely, i a pályahajlás, P a keringési idő, m a fényesség a felfedezés időpontjában (R vörös szűrővel, V sárga szűrővel, p fotografikus magnitúdóban), D a becslült átmérő, 4%-os albedót feltételezve.

A nagy határfényességű kutatási programok alapján $R = 24^m$ -ig, az ekliptika 10 000 négyzetfokos környezetében 5000 kentaur létezhet. Ha csak a 10 AU és 30 AU közötti tartományt és a 75 km-es alsó mérethatárt nézzük, 2600 objektumra számíthatunk. Érdeemes megjegyezni, hogy a főövben mindössze 350 darab 75 km-nél nagyobb aszteroida van. A jég sűrűségével és 250 km-es maximális átmérővel számolva a 2600 kentaur $3.5 \cdot 10^{-3}$ földtömegnyi anyagot tartalmazhat, ám ha figyelembe vesszük, hogy egy kentaur átlago-



6.3. ábra. Az első Kuiper-objektum, az 1992 QB1 a felfedező felvételpáron. Az égitestet nyíllal jelöltük, a G betűk galaxisokat, az A pedig egy főövbeli aszteroidát jelöl

san 10 millió évig kentaur, akkor az elmúlt 4.5 milliárd évben már 1.5 földtömegnyi anyag fordult meg a 10–30 AU közötti tartományban (JEWITT és tsai. 1996)!

A nagy roham a Kuiper-öv felfedezésére 1992. augusztus 29-én kezdődött, amikor DAVID JEWITT és JANE LUU megkezdte kutatási programját a Hawaii-szigeteki Mauna Keán felállított 224 cm-es reflektorral. Az észlelő-

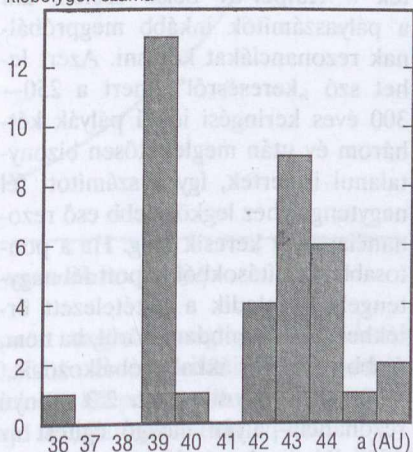
páros már 1987-ben is foglalkozott a témával. Akkor két 60/90 cm-es Schmidt-távcsővel, valamint egy 1.3 m-es reflektorral 297, illetve 0.34 négyzetfoknyi területet vizsgáltak át. Az előbbi esetben $R = 20^m0$ -ig, az utóbbiban $R = 24^m0$ -ig nem találtak semmit, leszámítva a temérdek főövbeli kisbolygót (Luu és Jewitt, 1988).

A Mauna Kea legendásan nyugodtége és a jó technika hamar meghozta a sikert, hiszen egy augusztus 30-i felvételükön megtalálták a 1992 QB₁ jelű $R = 22^m8$ -s kisbolygót, mely ekkor 41 AU-re járt a Naptól (6.3. ábra). Egy fecske nem csinál nyarat, ám fél évvel később Jewitt és Luu 42 AU-s naptávolságban megtalálta az 1993 FW-t. Alacsony, 4%-os fényvisszaverő képességet feltételezve, mindkét égitest átmérője 200-250 km körül lehet, ami a főövvel összehasonlítva nagynak számít. A cikk írásakor (1998 májusában) 65 Kuiper-objektumot ismerünk, melyek közül 15-öt már biztosan elveszítettnek tekinthetünk (lásd a táblázatos rész végén *Az 1998-ig felfedezett Kuiper-objektumok* című táblázatot).

A Kuiper-öv felderítése 1993. szeptemberében érkezett újabb mérőföldkövéhez, amikor négy új égitestet is sikerült fölfedezni a Neptunuszon túl. Ám ezek, a korábbi kettőnél jóval közelebb, 31–35 AU-re voltak Napunktól. Mivel a Neptunusz kb. 30 AU távolságban kering, már ekkor sejthető volt, hogy különleges égitestekre bukkantak, amelyek valami módon távol tudnak maradni a veszélyes óriásbolygótól. Sajnos csak az egyik kisbolygót tudták újraészlelni 1993-ban, ám BRIAN MARSDEN már a két hónapnyi pályáiv alapján megsejtette, hogy ezeknek a kisbolygóknak a Neptunusszal, a Plútóhoz hasonlóan, 2:3 arányú rezonanciában kell lenniük (MARSDEN, 1994.). (Ez és két további rezonancia biztosítja a Plútónak, hogy 29 AU-s perihélium-távolsága ellenére sosem kerül 17 AU-nál közelebb a Neptunuszhoz.) Az elgondolást 1994-ben sikerült bebizonyítani, amikor három kisbolygót sikerült újra megtalálni, s a fél nagytengelyeik hossza rendre 39.5 AU körüli értéknek adódott.

Ezeket a Plútó-szerű pályán mozgó égitesteket hívjuk *plutínóknak*. Számuk meglepően nagy (6.4. ábra), az eddigi felfedezések alapján a 30–50 AU-s tar-

kisbolygók száma



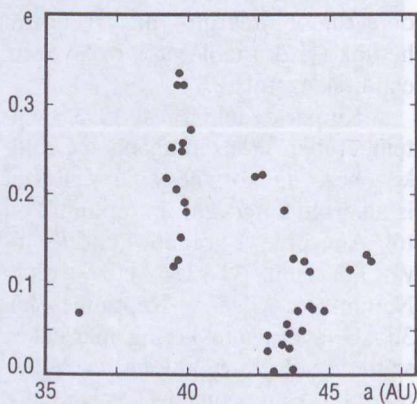
6.4. ábra. A legalább két szembenállás alkalmával észlelt Kuiper-objektumok fél nagytengely (a) szerinti megoszlása

tományban az égitestek 40%-a tartozhat ebbe a csoportba (Jewitt és társai, 1996). Pályahajlásuk és excentricitásuk alapján is jól elkülönülnek a távolabbi, nem rezonanciapályán mozgó égitestektől (pl. 1992 QB1), amelyekre egyre gyakrabban használják a *cubewano* elnevezést. Míg a cubewanók átlagos pályahajlása és excentricitása 2.4° illetve 0.05, addig a plutínóknál ez az érték 4.6° , illetve 0.2 (6.5. ábra). Ennek ellenére a legnagyobb, 31.6° -os pályahajlása egy cubewanónak, az 1996 RQ20-nak van. A legelnyúltabb pályán az 1996 TP66 kering ($e = 0.335$), mely jövő évi perihélium-átmenetkor 26.4 AU-re fogja megközelíteni a Napot.

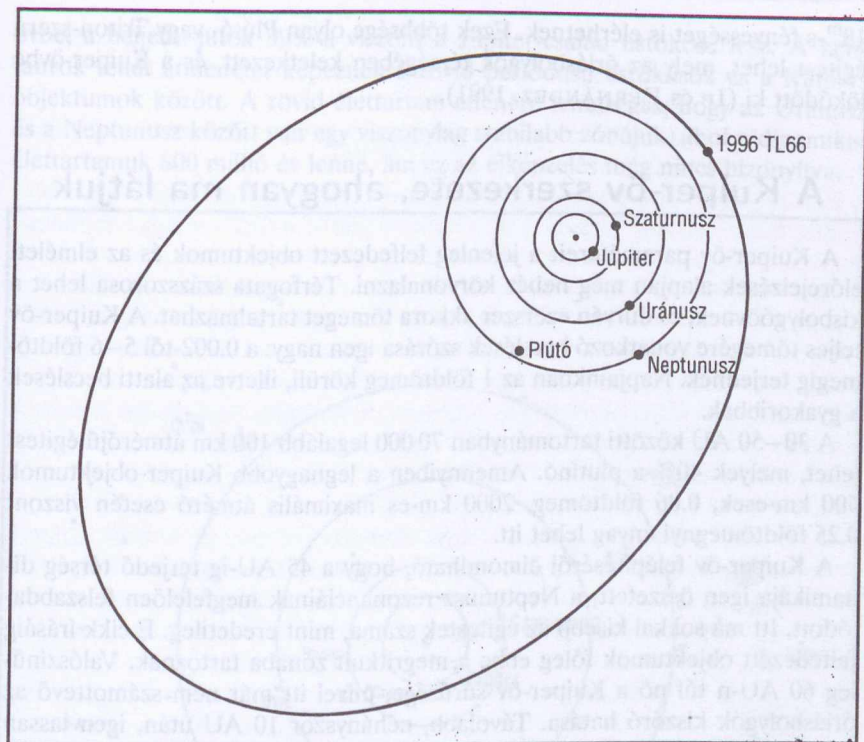
A 30–35 AU naptávolságban fölfedezett Kuiper-objektumok többségét viszonylag könnyen be lehetett sorolni a plutínók közé, ám akadt néhány, amelynek mozgása ellentmondott ennek a feltételezésnek. Természetesen nem zárhatjuk ki, hogy léteznek instabil pályán mozgó égitestek a Kuiper-öv belső szélén, ám a pályaszámítók inkább megpróbálnak rezonanciákat keresni. Azért lehet szó „keresésről”, mert a 250–300 éves keringési idejű pályák két-három év után meglehetősen bizonytalanul ismertek, így a számított fél nagytengelyhez legközelebb eső rezonanciapályát keresik meg. Ha a pontosabb számításokból kapott fél nagytengely közeledik a feltételezett értékhez, akkor mindenki örül, ha nem, újabb rezonanciákkal próbálkoznak.

Az első biztosan nem 2:3 arányú rezonancia-pályán mozgó égitest az 1994 JV, amelynek fél nagytengelye 42.4 AU. Ez 3:5 arányú rezonanciát jelent. Valószínűleg ebbe a családba tartozik az 1996 TR66 is, de a adatok itt még nagyon bizonytalanok. Az 1995 DA2 ($a = 36.3$ AU) szinte biztos, hogy 3:4 arányú, míg az 1997 CV29 ($a = 43.4$ AU) valószínűleg 4:7 arányú rezonanciában van a Neptunusszal.

Az eddig felfedezett Kuiper-objektumok közül kétségtől az 1996 TL66 ideiglenes névvel ellátott égitest a legérdekesebb, amelyre Jewitt és Luu talált 1996. október 9-én. Az égitest látszólagos elmozdulása 35-40 AU naptávolságra utalt, ám $R = 20^m.7$ -s fényessége minden korábbi felülmúlt. Átmérője, 5%-os albedót feltételezve majd 600 km lehet.



6.5. ábra. A plutínók és a cubewanók pályáinak különbözőségét jól szemlélteti a fél nagytengelyek (a) és excentricitások (e) közötti összefüggés



6.6. ábra. Az 1996 TL66 naprendszerbeli pályája

Nagy fényességénél csak pályája okozott nagyobb meglepetést. Kiderült, hogy 35 AU perihélium-távolságához 0.585-ös excentricitás párosul, ami azt jelenti, hogy naptávolban 134 AU-ra távolodik központi csillagunktól (6.6. ábra)! Pályahajlása is szokatlanul nagy, majd 24° , keringési ideje 777 év.

Ez az égitest valószínűleg az ún. *szórt korong populációba* tartozik, amelynek tagjait a Neptunusz dobta ki a Kuiper-öv belsejéből. Ha az 1996 TL66-ra 4%-os albedót feltételezünk, akkor 6400 hasonló várhat még felfedezésre egy $60''$ széles sávban az ekliptika mentén. A jelenlegi észlelési technikákkal egyszerre csak nyolcaduk érhető el, a többi pályája távolabbi pontján tartózkodva ehhez túl halvány.

Az eddig ismert legnagyobb Kuiper-objektum az 1996 TO66, melynek átmérője 5%-os fényvisszaverő képességet feltételezve 740 km. Az elméleti számítások szerint néhány 1000 km-es nagyságrendű, Plútó méretű égitest is lehet még a térségben, melyek 30–40 AU-s perihélium-távolság esetén akár 17–

18^m -s fényességet is elérhetnek. Ezek többsége olyan Plútó- vagy Triton-szerű égitest lehet, mely az óriásbolygók térségében keletkezett, és a Kuiper-övbe löködött ki (IP és FERNÁNDEZ, 1991).

A Kuiper-öv szerkezete, ahogyan ma látjuk

A Kuiper-öv paramétereit a jelenleg felfedezett objektumok és az elméleti előrejelzések alapján még nehéz körvonalazni. Térfogata százszorosa lehet a kisbolygóövnek, és durván ezerszer akkora tömeget tartalmazhat. A Kuiper-öv teljes tömegére vonatkozó becslések szórása igen nagy: a 0.002-től 5–6 földtömegig terjednek. Napjainkban az 1 földtömeg körüli, illetve az alatti becslések a gyakoribbak.

A 30–50 AU közötti tartományban 70 000 legalább 100 km átmérőjű égitest lehet, melyek 40%-a plutínó. Amennyiben a legnagyobb Kuiper-objektumok 500 km-esek, 0.06 földtömeg, 2000 km-es maximális átmérő esetén viszont 0.25 földtömegnyi anyag lehet itt.

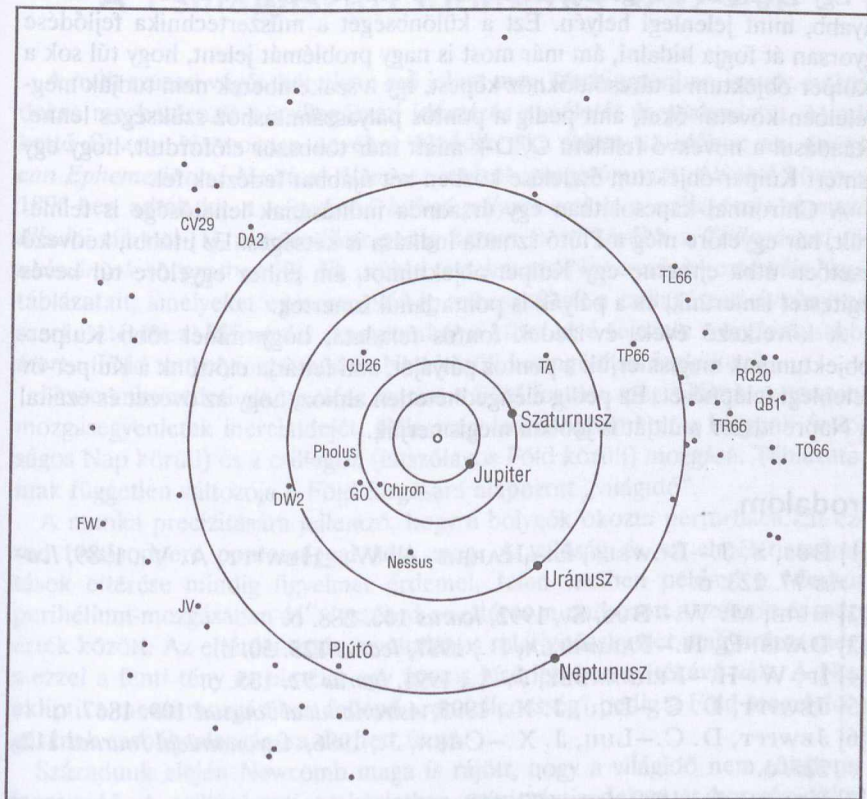
A Kuiper-öv felépítéséről elmondható, hogy a 45 AU-ig terjedő térség dinamikája igen összetett, a Neptunusz rezonanciáinak megfelelően felszabdálódott. Itt ma sokkal kisebb az égitestek száma, mint eredetileg. E cikk írásáig felfedezett objektumok főleg ebbe a megritkult zónába tartoznak. Valószínűleg 60 AU-n túl nő a Kuiper-öv sűrűsége, mivel itt már nem számottevő az óriásbolygók kiszóró hatása. Távolabb, néhányszor 10 AU után, igen lassan csökkenni kezd az anyagsűrűség, ezért az öv külső határán egészen apró bolygócsírák lehetnek. Ezek a bolygóvá összeállás legelső fázisát képviselhetik.

A mai Kuiper-öv főleg helyben keletkezett objektumokat tartalmaz, ezek eredeti excentricitása 0.3 alatti lehetett, inklinációjuk $0-15^\circ$ között volt. Kisebbségben, elnyúlt pályájú, kiszórt égitestek is találhatók benne, amelyek aránya az öv fejlődésével párhuzamosan lassan növekszik. Ilyen égitest lehet pl. az 1996 TL₆₆. Ha kifelé haladunk, a kiszórt égitestek folyamatos átmenetet alkotnak a Hills-felhő felé. Ilyen értelemben a Kuiper-öv külső széléről csak a helyben keletkezett égitestek esetében beszélhetünk.

A Kuiper-öv belső határát legpraktikusabb a Plútó-családnál, a plutínóknál meghúzni. Az ide tartozó égitestek mozgását a Neptunusz erősen befolyásolja. Maga a Plútó a Charonnal sajátos kettősbolygót alkot. A kettős a Neptunusz mozgásához több pályarezonanciával is kapcsolódik.

A kentaurok mozgása az óriásbolygók gravitációs hatása miatt kaotikus, jelenlétük a Naprendszernek ezen a vidékén csak átmeneti. Egyes becslések szerint kb. 10 millió, mások szerint mindössze néhány százezer év a dinamikai élettartamuk. Egy részük messze kilöködhet, vagy visszakerülhet a Kuiper-

övbe, a beljebb jutók 99%-a viszont a Jupiter-család üstököse lesz. A kentaurok tehát átmenetet képeznek a rövid periódusú üstökösök és a Kuiper-objektumok között. A rövid élettartam ellenére lehetséges, hogy az Uránusz és a Neptunusz között van egy viszonylag stabilabb zónájuk, ahol a dinamikai élettartamuk 800 millió év lenne, ám ez az elképzelés még nincs bizonyítva.



6.7. ábra. Az 1997 végéig felfedezett Kuiper-objektumok helyzete a Naprendszerben. Jól kirajzolódnak a Tejút irányai, amelyet érthető okból kerülnek a kutatóprogramok

Míg a Neptunuszon túl a felszíni hőmérséklet nem emelkedik 60–70 K fölé, addig a kentaurok felszínén, napközelpontjuknál 150 K is lehet, ami aktív folyamatokat eredményezhet. Az aktivitásra eddig egyetlen példával a Chiron, az elsőként felfedezett kentaur szolgált.

Az eddig felfedezett Kuiper-objektumok és kentaurok inklináció-eloszlása hasonló a rövid periódusú üstökösökéhez, ami tovább erősíti a feltételezést, hogy kapcsolat van közöttük.

Mit hozhat a jövő a Kuiper-öv vizsgálatában? A következő egy-két évtizedben a belátott térség nőni fog (6.7. ábra).

Egy 1992 QB1 kategóriájú objektum 70 AU távolságban kb. 3^m-val halványabb, mint jelenlegi helyén. Ezt a különbséget a műszertechnika fejlődése gyorsan át fogja hidalni, ám már most is nagy problémát jelent, hogy túl sok a Kuiper-objektum a távcsőidőkhöz képest. Így a szakemberek nem tudják megfelelően követni őket, ami pedig a pontos pályaszámításhoz szükséges lenne. Ráadásul a növekvő felületű CCD-k miatt már többször előfordult, hogy egy ismert Kuiper-objektum észlelése közben két újabbat fedeztek fel.

A Chironnal kapcsolatban egy űrszonda indításának lehetősége is felmerült, bár egyelőre még a Plútó-szonda indítása is kétséges. Ez utóbbi, kedvező esetben útba ejthetne egy Kuiper-objektumot, ám ehhez egyelőre túl kevés égitestet ismerünk, és a pályák is pontatlanul ismertek.

A következő évek, évtizedek fontos feladata, hogy minél több Kuiper-objektumnak megismerjük a pontos pályáját, ami feltárja előttünk a Kuiper-öv jelenlegi felépítését. Ez pedig elengedhetetlen ahhoz, hogy az övezet és ezáltal a Naprendszer múltját is jobban megismerjük.

Irodalom

- [1] BUS, S. J.—BOWELL, E.—HARRIS, A. W.—HEWITT, A. V., 1989, *Icarus* **77**. 223. o.
- [2] BUIE, M. W.—BUS, S., 1992, *Icarus* **100**. 288. o.
- [3] DAVIS, D. R.—FARINELLA, P., 1997, *Icarus* **125**. 50. o.
- [4] IP, W.-H.—FERNÁNDEZ, J. A., 1991, *Icarus* **92**. 185. o.
- [5] JEWITT, D. C.—LUU, J. X., 1995, *Astronomical Journal* **109**. 1867. o.
- [6] JEWITT, D. C.—LUU, J. X.—CHEN, J., 1996, *Astronomical Journal* **112**. 1225. o.
- [7] KOWAL, C., 1989, *Icarus* **77**. 118. o.
- [8] LIOU, J.-C.—ZOOK, H. A.—DERMOTT, S. F., 1997, *Icarus* **124**. 429. o.
- [9] LUU, J. X.—JEWITT, D. C., 1988, *Astronomical Journal* **95**. 1256. o.
- [10] MARSDEN, B. G., 1994, *IAU Circular No.* 5983.
- [11] MORBIDELLI, A.—THOMAS, F.—MOONS, M., 1995, *Icarus* **118**. 322. o.
- [12] STERN, S. A., 1996, *Astronomical Journal* **112**. 1203.
- [13] STERN, S. A.—COLWELL, J. E., 1997, *Astronomical Journal* **114**. 841. o.
- [14] THOLEN, D. J.—BUIE, M. W., 1997, *Icarus* **125**. 245. o.

Nagy Sándor

A csillagászati időmérés száz éve

A múlt század végén két olyan mű jelent meg Washingtonban, amely évtizedekre meghatározta a csillagászati időmérés elméletét és gyakorlatát. Mindkettő SIMON NEWCOMB nevéhez fűződik, aki abban az időben az *American Ephemeris and Nautical Almanac* intézet igazgatója volt. Az első könyvet 1895-ben adták ki, *A négy belső bolygó pályaelemei és a csillagászat alapvető állandói* címmel [1], a másodikat pedig három évvel később a *Csillagászati tanulmányok* sorozatban [2]. Ez utóbbi tartalmazza Newcomb híressé vált Nap-táblázatait, amelyeket egészen 1960-ig felhasználtak a csillagászati évkönyvek szerkesztéséhez. Időmérési szempontból a kötet első fejezete a legfontosabb, mert a Föld tengelyforgásával és Nap körüli keringésével foglalkozik.

Newcomb eredeti elképzelése szerint a Föld forgása megvalósítja a newtoni mozgásegyenletek inerciaidejét. Nála még összhangban volt a bolygók (valóságos Nap körüli) és a csillagok (látszólagos Föld körüli) mozgása. Táblázatainak független változója a Föld forgására alapozott „világidő”.

A munka precizitására jellemző, hogy a bolygók okozta perturbációkat ezred ívmásodperc pontossággal adta meg. A valóság és az elméleti számítások eltérése mindig figyelmet érdemel. Jelen esetben például a Merkúr perihélium-mozgásában $41''$ /évszázad-os eltérés mutatkozott a számolt és mért érték között. Az eltérést aztán az általános relativitáselmélet magyarázta meg, s ezzel a fenti tény az elmélet egy fontos kísérleti bizonyítékává vált. A Nap ekliptika menti mozgásában fellépő „rendellenesség” pedig a Föld tengelyforgásának szabálytalanságára derített fényt.

Századunk elején Newcomb maga is rájött, hogy a világidő nem tökéletes inerciaidő. A csillagászati gyakorlatban mégis évtizedeken át korrekciókkal kísérleteztek, és a „Nap-táblázatok hibájáról” beszéltek. Akkoriban még hiányoztak az új időskála bevezetésének technikai feltételei.

A centenárium alkalmat ad a csillagászati időmérés alapjainak áttekintésére.

Szoláris nap – sziderikus nap

Az ember hétköznapi élete a Nap járásához igazodik. Természetes módon jelenik meg a *nap* az idő egységeként. Többszöröseit számlálva és tört részeit képezve gyakorlati időskálához jutunk. A Föld forgását vonatkoztathatjuk akár a csillagok, akár a Nap irányára. Első közelítésben így jutunk a *sziderikus* és a *szoláris* nap fogalmához. Ősi tapasztalat, hogy a sziderikus nap rövidebb, mint a szoláris. A csillagos ég évente 366-szor megfordul az észlelő feje fölött, míg a Nap csak 365-ször. Ezen túlmenően érdemes felvetni a kérdést: a Nap delelései ugyanolyan ritmust követnek-e, mint a csillagok delelései? Minthogy a Nap és a csillagok nem láthatók egyszerre, az összehasonlításra az ingaóra felfedezéséig várni kellett. Amíg egy kiszemelt csillag delelései között azonos számú ingalengést lehetett megfigyelni, a Nap esetében ez változott az év folyamán.

Ennek ellenére az égi jelenségek egész sorát (pl. a bolygók látszó mozgását, a nap- és holdfogyatkozások ismétlődését, a tavaszpont hátrálását) leírták pusztán a napok számlálásával a *dátummal*, vagy a napóra által mutatott *valódi szoláris idővel* (True Time = TT). Nyugodtan mondhatjuk, hogy az időmérés történetének legegyszerűbb, legősibb fogalma a szoláris nap.

Az egyenlítő égi vetülete keleten és nyugaton metszi a látóhatárt, míg délen $90^\circ - \varphi$ magasságig emelkedik a φ északi szélességű megfigyelő számára. Tavasszal és ősszel pontos szögmérő műszerrel megállapíthatjuk, hogy mikor lép át a Nap az egyenlítő síkját. Megszámlálhatjuk a napokat két azonos irányú áthaladás között és ezzel lemérhetjük a *tropikus év* hosszát. A tudománytörténet szerint THÁLÉSZ 365, KALLIPPOSZ 365 $\frac{1}{4}$, HIPPARKHOSZ 365.2465 nap hosszúnak találta az évet. Az esztendőben elhelyezhető napok számát sokáig állandónak vélte az ember. A kismértékű változást csak akkor fedezte fel, amikor a Föld forgástengelyének imbolygását és a bolygók zavaró hatását is tanulmányozni tudta. Napjainkra pedig fény derült a földforgás folyamatos lassulására, amelynek következtében egyre kevesebb nap fér el egy évben.

A valódi szoláris idő egyenlítése – a középideő

A Nap járásában mutatkozó ingadozás kiegyenlítésére már PTOLEMAIOSZ is kísérletet tett. Tisztában volt az égi egyenlítő és az ekliptika eltérő helyzetével, s tudta: az ekliptikán egyenletesen mozgó Nap egyenlítői vetülete már változó sebességű lesz. A múlt század végén Newcomb bevezetett néhány segédfogalmat a csillagászati időmérés megkönnyítésére. Első lépésként az ek-

liptikán egyenletesen mozgó *ekliptikai* vagy *dinamikai közepes Napot* (Dynamical Mean Sun = DMS) definiálta. A DMS szögtávolsága a pericentrum ponttól – az égi mechanikából ismert – M középanomália szög. Lemérve a Nap v valódi anomália szögét, képeznünk kell az E excentrikus anomáliát a

$$\operatorname{tg} \frac{E}{2} = \left(\frac{1-e}{1+e} \right)^{\frac{1}{2}} \operatorname{tg} \frac{v}{2}$$

képlettel, majd a Kepler-egyenlet

$$M = E - e \sin E$$

segítségével a középanomáliát, amely már az inerciaidőnek lineáris függvénye. A $v - M$ különbség (a középponti egyenlítés) legfeljebb 2° -ot tesz ki, de a perigeumban és az apogeumban zérussá válik. A tavaszpontra vonatkozó ekliptikai hosszúság a pericentrum argumentumának (ϖ) és a középanomáliának az összege: $\lambda_{\text{DMS}} = M + \varpi$.

Ezt a λ_{DMS} szöget a tavaszponttól az égi egyenlítőre is felmérhetjük. Az ennek megfelelően mozgó pont az *egyenlítői közepes Nap*. Ha a tavaszponthoz rögzített koordináta-rendszer inerciarendszer volna, az ekliptikai és az egyenlítői fiktív Nap évente kétszer találkozna, a precesszió miatt azonban ez nincs így. Ez Newcombnak is fejtörést okozott és csak kompromisszumos megoldást sikerült találnia.

Az *időegyenlítés* (Equation of Time = EqT) a fiktív egyenlítői Nap és a valódi Nap rektaszcenziójának különbsége: $\alpha_E - \alpha_\odot$. A 7.1. ábrán a \widehat{TE} jelöli a kiszámítandó mennyiséget. Megoldva az ábrán látható gömbháromszöget az időegyenlítésre a

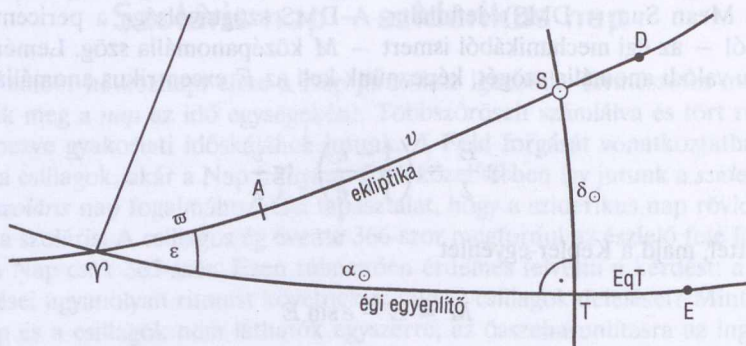
$$\text{EqT} = (M + \varpi) - \arctan[\cos \varepsilon \operatorname{tg}(v + \varpi)]$$

képletet kapjuk.

Ismerve a Nap látszólagos pályáját (ε , ϖ), bármely v pozícióhoz kiszámíthatjuk az időegyenlítés értékét. A valódi anomália helyett bevezethető a középanomália, vagy az inerciaidő. A függvény lassú változása miatt az inerciaidő kielégítően helyettesíthető a legprimitívebb időskálával, a valódi szoláris idővel.

Ezek után bevezethetjük a *középidőt* (Mean Time = MT), amelyet a valódi szoláris időből képezünk a következőképpen:

$$\text{MT} = \text{TT} - \text{EqT}.$$

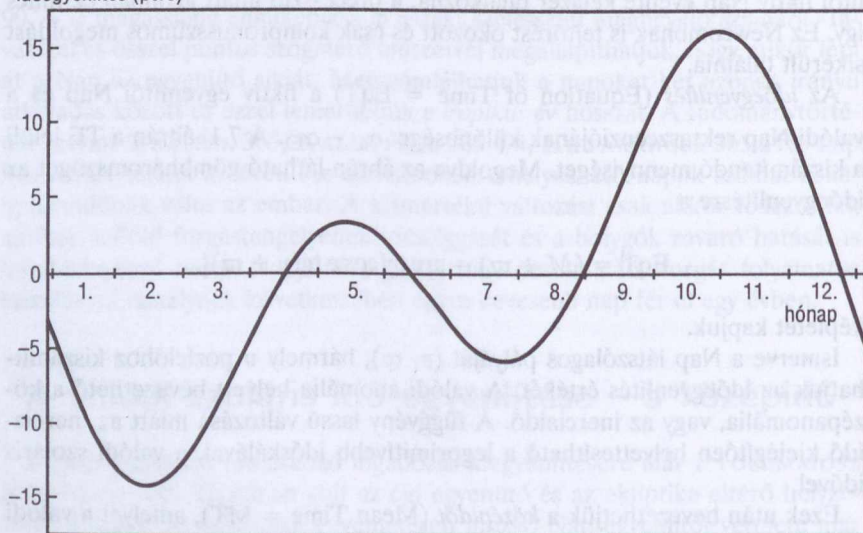


7.1a. ábra. Az időegyenlítés geometriája:

Υ tavaszpont, S Nap, D ekliptikai közepes Nap, E egyenlítői közepes Nap,
A pericentrum pont az ekliptikán.

$$\Upsilon A = \omega, \Upsilon D = \lambda_D, \Upsilon E = \alpha_E, \lambda_0 = \omega + \nu, \lambda_D = \omega + M, \operatorname{tg} \alpha_0 = \cos \varepsilon \operatorname{tg} \lambda_0, \\ TE = \alpha_E - \alpha_0 = \text{EqT (időegyenlítés)}$$

időegyenlítés (perc)



7.1b. ábra. Az időegyenlítés grafikonja

Ez az időskála már mentes a Nap járásának éves ingadozásától, s a múlt századi ember szemében ugyanúgy megjelenítette az inerciaidőt, mint a csillagidő.

A földrajzi hosszúság (Δ) figyelembevételével a középidoőt a greenwichi kezdőmeridiánra redukálhatjuk, amivel megkapjuk a *greenwichi középidoőt* (Greenwich Mean Time = GMT = MT - Δ). A GMT korábban maga volt az égi-mechanikai mozgásegyenletek független változója. Ezen az időskálán ugyanúgy leírhatónak képzelték a bolygók mozgását, mint a Föld forgását. Ma már ismerjük a középidoő fogyatékoságát. Meghatározásában ugyanis szerepel a Nap óraszögének mérése. Ez az óraszög a Föld forgásával kapcsolatos, és ma már tudjuk, hogy az nem szigorúan egyenletes, ezért a belőle származtatott időskála sem lehet tökéletes inerciaidő. Ugyanilyen elvi nehézséget jelent a középidoőnek a csillagidőre történő transzformálása: inerciaidő hiányában nem tudjuk kiszámítani a Nap pontos helyét az ekliptikán. Pontatlan ekliptikai pozícióból csak pontatlan rektaszcenzió kapható, ezért a Nap óraszögéből vagy meridiánátmenetéből meghatározott csillagidő sem lesz helyes. Ugyanakkor a középidoőből korlátozott pontossággal ugyan, de inerciaidő és csillagidő is képezhető, ezért ez kényelmes időskála. De a fenti elvi nehézségek miatt hivatalosan ma már nem tartják számon.

A világidő

A *világidő* (Universal Time = UT) — első közelítésben — lineáris transzformációval származtatjuk a csillagidőből:

$$\vartheta = \vartheta_0 + \omega t,$$

ahol ϑ jelöli a csillagidőt, t pedig a meghatározandó világidőt. A ϑ_0 a $t = 0$ pillanathoz rendelt kezdőérték, míg ω arányossági tényező a két időskála között. Szeretnénk „szoláris arculatú” világidőt definiálni, ezért $\omega \cdot t$ a csillagnap és a középnap arányának megfelelően választjuk. Durván $p = 365 \frac{1}{4}$ középnap és $p + 1 = 366 \frac{1}{4}$ csillagnap fér el egy évben, mivel a Föld keringése a Nap körül éppen egy fordulatot jelent az inerciarendszerben. Az arányszám hozzávetőleges értékét a $(p + 1)/p = 1.00273785 \dots$ hányados adja meg. Más megfogalmazásban 24 szoláris óra alatt $24^h 4^m$ telik el a „csillagórán”. Az $\omega \cdot t$ szögsebesség dimenzióval ruházhatjuk fel: 366 $\frac{1}{4}$ fordulatot tesz a Föld az inerciarendszerben 365 $\frac{1}{4}$ középnap alatt.

Csak hogy az ω szögsebesség szigorúan véve nem állandó! Inerciarendszerből szemlélve a Föld szekuláris lassulása miatt, a tavaszponthoz rögzített (kvázi-inerciális) rendszerben pedig még a precesszió miatt is változik. A világidő definíciójában csak a precesszió hatását vették figyelembe, a Föld inerciarendszerbeli szögsebességét állandónak tekintették.

A t idő dimenziójú paraméter helyett már Newcomb is a $T = t/36\,525$ középnapi pusztán számot használta képleteiben. (36 525 középnapot egy Julián-évszázadnak nevezett.) Ekkor a fenti transzformációs képlet átalakítható

$$\begin{aligned}\vartheta &= \vartheta_0 + \frac{p+1}{p} \frac{\text{fordulat}}{\text{középnapi}} \cdot 36\,525 \text{ középnapi} \cdot T \\ &= \vartheta_0 + (100 + 36\,525) \text{ fordulat} \cdot T \\ &= \vartheta_0 + 8\,640\,000^s T + 36\,525^r T,\end{aligned}$$

ahol az s felső index a „szekundumot”, vagyis a teljes kör 86 400-ad részét, míg az r index a „revolúciót”, a teljes fordulatot jelenti.

Newcomb számításai szerint 1899. december 31-én Greenwichben a középideő szerinti délben $18^h\,38^m\,45^s.836$ volt a csillagideő. E neves szilveszteri nap csillagászati jelölése: 1900. január 0., Julián-dátuma: 2 415 020, sziderikus dátuma pedig: 2 421 632. Ez az időpont a világitő-skála nullpontja, vagyis $\vartheta_0 = 2\,421\,632^d\,18^h\,38^m\,45^s.836$. A világitő meghatározásának hivatalos képletét megkapjuk, ha p helyébe a tropikus év 1900-ra érvényes hosszát (365.24219879 középnapi) helyettesítjük és feltüntetjük a precesszió másodfokú tagját is. Ezzel válik teljessé a csillagideő – világitő transzformációs képlet:

$$\vartheta = \vartheta_0 + 8\,640\,184^s.542T + 0^s.0929T^2 + 36\,525^r T.$$

Megszámolva az epocha óta eltelt csillagnapokat, és le mérve a pillanatnyi csillagideőt, előállítható az egész és tört fordulatot is tartalmazó ϑ . Nincs elvi akadálya, hogy ezt világitőre (T) számítsuk át. Technikai nehézséget jelenthet a sok értékes jegy kezelése, ám a világitő kiszámításakor nem feltétlenül kívánjuk a dátumot is meghatározni, ezért az egész fordulatok elhagyásával egyszerűsíthetünk a formulán. Például a világitő szerinti dél csillagidejét egyszerűbben is fölírhatjuk. Erre a pillanatra nézve ugyanis a képlet utolsó tagjának törtrésze eltűnik:

$$\{36\,525^r T\} = \{t\} = \{JD - JD_0\} = 0.$$

(A Julián-napokat hagyományosan déltől számoljuk.) A konverziós formula első három tagjával egy újabb fiktív Napot definiálhatunk az égi egyenlítőn. A szakirodalom a Universal Mean Sun (= UMS) elnevezést használja, amely univerzális közepes Napnak, vagy a világitő fiktív Napjának fordítható. Minden éjszakához tartozik egy fix rektaszencenziójú UMS az

$$\alpha_{\text{UMS}} = 18^h\,38^m\,45^s.836 + 8\,640\,184^s.542T + 0^s.0929T^2$$

módon, amelynek a greenwichi delelése az éjfél pillanata. Ha akad α_{UMS} rektaszcenziójú csillag, akkor annak greenwichi meridiánátmenetekor megkon-
dítható az időjelző harang.

A Nemzetközi Földforgás Szolgálat 1984-től az alábbi módosított formulát tekinti a világidő definíciójának. 0^{h} világidő van Greenwichben, ha a közepes csillagidő az adott éjszakán:

$$6^{\text{h}} 41^{\text{m}} 50^{\text{s}}.54841 + 8\,640\,184^{\text{s}}.812866T + 0^{\text{s}}.093104T^2 - 6^{\text{s}}.2 \cdot 10^{-6}T^3,$$

ahol $T = t/36\,525$ és t az epochától eltelt napok $1/2$ -re végződő száma, vagyis $\pm 0.5, \pm 1.5, \pm 2.5, \dots$.¹ A skála epochája a 2 451 545-ös JD sorszámú greenwichi nappal, amit 2000. január 1-nek írunk és J2000.0-val jelölünk. Ez a képlet a százéves Newcomb-formula korszerűsített változata. A benne szereplő állandókat az új precessziós modell alapján határozták meg, a nullapontot pedig az FK5 csillagkatalógus tavaszpontjához igazították. Az első tag fél fordulat-tal (12^{h} -val) kisebb az eredeti ϑ_0 -nál, mert 1925 óta a nap kezdetét dél helyett az éjfélhez kötjük. A csillagidőt ma már nem optikailag határozzák meg meridiánműszerekkel, hanem VLBI technikával távoli rádióforrások észleléséből. Természetesen a világidő közzététele sem harangkondításból áll, hanem az UT1-hez közeli atomidő (UTC, l. a továbbiakban) szétsugárzásából és az atomidő és világidő különbségének publikálásából.

Newcomb az α_{UMS} képletével akarta leírni az egyenlítői közepes Nap mozgását az idő függvényében. Úgy gondolta, hogy a T helyébe középidőt helyettesítve a valóságos Nappal szigorú kapcsolatban álló fiktív pontot nyer. Ma már tudjuk, hogy a földforgás egyenetlensége miatt ez nem teljesül. A Naphoz szigorúan köthető fiktív egyenlítői pont mai neve *efemeris közepes Nap* (Efemeris Mean Sun = EMS). Az EMS rektaszcenzióját ugyanaz a képlet adja meg, mint az UMS-ét, de a T paraméternek inerciaidőnek kell lennie. Ennek hiányában az EMS csak a valóságos Nap pozíciójából kiindulva határozható meg. A középponti egyenlítést és a bolygók okozta perturbációkat kell figyelembe venni. (A korrekciók nem kényesek az inerciaidőre. A Földet ért perturbációk a Nap látszólagos mozgásában jelentkeznek!) A mérések szerint napjainkban az EMS és az UMS szögtávolsága $2''.4$. A Nap ezt az ívet (ΔT) 63 másodperc alatt futná be. Az EMS és az UMS meridiánátmenete között $0^{\text{s}}.16$ telik el. Ma ennyi a középidő és a világidő különbsége.

1. Pontosabban fogalmazva a formula az UT1 nevű időskálát definiálja, amely már tartalmazza a pólusmozgásból adódó kicsiny korrekciót is. A közepes csillagidő a valóságosan észleltből a nutációs javítással képezhető.

Az efemeris idő

Századunk harmincas éveiben A. SCHEIBE és U. ADELSBERGER kvarcóra segítségével először mutatta ki a földforgás szezonális változását. Ezekben az időkben a geodéták és a csillagászok még minden órát a Föld forgásához igazítottak. Így aztán a földforgás egyenetlensége is óráhibaként jelent meg.

„Hosszabb ideig tartó (1934–1945-ig) vizsgálatok azt mutatták, hogy a kvarcórák járása általában kisebbedik. Ezen kisebbedéshez viszonyítva a járás évről évre periodikusan ingadozik úgy, hogy annak minimuma az első, maximuma pedig a második félévben van minden évben. ... Az évi periodikus változás arra mutat, hogy a Föld forgásának van egy ilyen évi periodikus változása. (Elképzelhető ugyan az is, hogy a kvarcórák járása mutat ilyen periodikus évi változást. Eddig azonban már annyiféle kvarcórát készítettek – s ezeknél mindegyiknél mutatkozott ez az éves periódus – hogy nem valószínű az, hogy ezt a változást valamely külső ok idézi elő a kvarcórákban).”[3]

A Nemzetközi Csillagászati Unió (International Astronomical Union = IAU) már 1952-ben Rómában és 1955-ben Dublinban konkrét javaslatot tett egy új időskála, az *efemeris idő* (Efemeris Time = ET) bevezetésére. Végül is a Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatal (Bureau International des Poids et Mesures = BIPM) 1956 októberében fogadta el hivatalosan az idő új egységét, az efemeris másodpercet. Ezek után az idő egységét már nem a *Föld forgásához*, hanem *keringéséhez* kötötték. Korábban a másodperc a középnap időtartamának 86 400-ad része volt. 1956 után a másodpercet az év hosszának töredékeként kellett definiálni.

Az efemeris idő meghatározása elvileg a Newcombtól vett λ_{DMS} -re vonatkozó képlet alapján történik.

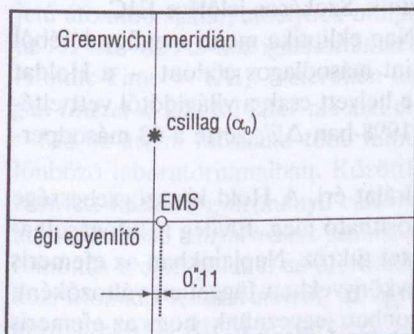
- Magát a Napot kell regisztrálni a csillagos háttér előtt,
- majd annak pozíciójából a perturbációk figyelembevétele és a középponti egyenlítés elvégzése után előáll a DMS ekliptikai hosszúsága, a λ_{DMS} . Ezután
- a $\lambda_{\text{DMS}} = 279^\circ 41' 48''.04 + 129\,602\,768''.13T + 1''.089T^2$ képletből meghatározzuk T -t és ezzel eljutunk az efemeris idő skálájához.

A képlet első tagja a skála nullpontját, a második az egységet határozza meg. Ezeket nem változtathatjuk meg, utolsó számjegyük után akárhány nullát írhatunk. (A precessziót kifejező harmadik tag elvileg módosítható.) A *skála epochája* ($T = 0$) az a pillanat volt a XX. század „hajnalán”, amikor az ekliptikai közepes Nap fölvette a $\lambda_0 = 279^\circ 41' 48''.04$ értéket. Ez a Föld pályáján konkrét *pozíciót* jelent. Az epochát a következőképpen jelölik: 1900. január 0. 12^h ET. Ezt a pillanatot nem szabad összetévesztenünk 1900. janu-

ár 0. 12^h UT-val! Ez utóbbi ugyanis a Föld egy adott *szöghelyzetét* jelöli. Ekkor érkezett a greenwichi meridiánba a λ_0 -nak megfelelő (de aberrációval módosított) 18^h 38^m 45^s.836 rektaszcenziójú „csillag” (7.2. ábra).

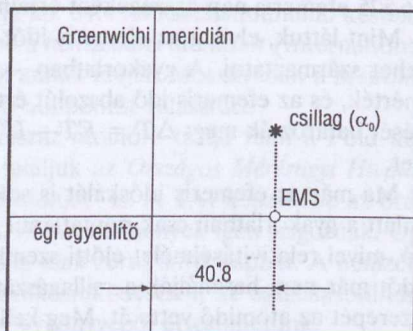
1900. január 0. 12^h UT

Az $\alpha_0 = 18^h 38^m 45^s.836$ rektaszcenziójú csillag áthalad a greenwichi meridiánon. Az EMS ekkor még nincs az α_0 pozícióban. A hiányzó 0^o.11 ívet 2.72 s alatt futja be.



1900. január 0. 12^h ET

A Nap eléri azt az ekliptikai pozíciót, amelyhez a $\lambda_0 = 279^o 41' 48''.04$ hosszúságú DMS, vagyis az $\alpha_0 = 18^h 38^m 45^s.836$ (aberrációval korrigált) EMS tartozik. A „csillag” és az EMS rektaszcenziója ekkor megegyezik, de már a meridiánon kívül ($40''.8 = 2.72$ s).



7.2. ábra. Az efemeris idő epochájának értelmezése

A Föld forgásának múltját vizsgálva megállapítható, hogy 1900. január 0. 12^h UT 2.72 másodperccel előbb következett be, mint 1900. január 0. 12^h ET. Newcomb szemléletében ezek az események még egyidejűek.

A λ_{DMS} -re vonatkozó képlet második tagja definiálja az *efemeris idő másodpercét* mint az 1900-as tropikus év törtrészét. A képlet dimenzióhelyesen

$$\lambda_{\text{DMS}} = l_0 + l_1 t + l_2 t^2,$$

ahol $l_0 = \lambda_0$, $l_1 = 129\,602\,763''.13/\text{JC}$, $l_2 = 1''.089/\text{JC}^2$. A JC szimbólum a Julián-évszázadot jelöli, amely eredetileg 36 525 középnapot foglalt magában.

A λ_{DMS} pozíció idő szerinti deriváltja a szögsebesség (n'):

$$n' = l_1 + 2l_2 t.$$

Az ekliptikán haladó fiktív Nap T_0 idő alatt jut el a tavaszpontból ismét a tavaszpontba. Az ekliptikai rendszerben ez teljes kör (2π).

$$T_0 = \frac{2\pi}{n'} = \frac{2\pi}{l_1 + 2l_2t} \approx \frac{2\pi}{l_1} \left(1 - \frac{2l_2t}{l_1} \right).$$

A második tag t gyakorlati értékei mellett kicsiny, így a fenti közelítés elfogadható. Numerikusan $T_0 = 31\,556\,925''.9747 - 0''.5303T$. (Itt T a Julián-évszázadok számértéke.) A precesszió következtében T_0 hossza időben változik, ezért az efemeris másodpercet konkrétan az 1900-as tropikus év $31\,556\,925.9747$ -ed részeként definiálták.

Az *efemeris nap* ezek után semmi más, mint 86 400 efemeris másodperc. Nincs köze azonban a Föld forgásához, s így a „nap” megnevezés is értelemzavaró. Ugyanez mondható el az efemeris évszázadról (a fenti JC-ről), amelyet 36 525 efemeris nap összegeként értelmezünk. Szokásos jelölése EJC.

Mint láttuk, elvileg az efemeris időt a Nap ekliptika menti megfigyeléséből lehet származtatni. A gyakorlatban – mint másodlagos etalont – a Holdat mérték, és az efemeris idő abszolút értéke helyett csak a világidőtől vett eltérését határozták meg: $\Delta T = ET - UT$. 1998-ban ΔT elérte a 63 másodpercet.

Ma már az efemeris időskálát is sok bírálat éri. A Hold kis szögsebessége miatt a gyakorlatban csak pontatlanul valósítható meg. Elvileg is kifogásolható, mivel relativitáselmélet előtti szemléletet tükröz. Napjainkban az efemeris időt már nem használják a csillagászati évkönyvekben független változóként, szerepét az atomidő vette át. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy az efemeris idő mint dinamikai időskála elvileg különbözik az atomi időskálától. A gyakorlati helyettesítés nem vonhatja maga után az elméletek összekeverését.

Az atomidő

Az ötvenes évek közepén az angliai *Teddingtonban* L. ESSEN és J. PARRY vezetésével a *Nemzeti Fizikai Laboratórium* (National Physical Laboratory) munkatársai elkészítették az első nagy precizitású céziumrezonátort. Noha akkoriban még sem az efemeris idő, sem pedig az atomi idő nem volt szabványosítva, sokat próbálkoztak a kétféle skála összehangolásával. Úgy tűnt, hogy a céziumatomban a $(4, 0) \rightarrow (3, 0)$ hiperfinom átmenethez tartozó elektromágneses sugárzás frekvenciája (nulla mágneses térerősség esetén) $9\,192\,631\,770 \pm 20$ ciklus efemeris-másodpercenként. Kezdetben még az epochát is följegyezték a ciklusok mellé, mert bizonyos elméletek 10^{-10} nagyságrendű relatív frekvenciaváltozást jósoltak évenként. Ma már tudjuk, hogy az

effektus — ha egyáltalán létezik — 10^{-12} -ed részénél kisebb. Amennyiben pedig az alapvető fizikai konstansok változatlanok, szigorú arányosság áll fenn az atomi és a gravitációs időskála között.

1958-ban nemzetközi program kezdődött a céziumrezonátorok összehasonlítására. A több mint egy évig tartó vizsgálat megmutatta, hogy $\pm 2 \cdot 10^{-10}$ relatív pontossággal a rezonátorok frekvenciáját azonos szinten lehet tartani. (Napjainkra a stabilitás kb. 3 nagyságrendet javult.) Közel egy évtizeddel később (1967-ben) a Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatal a 9 192 631 770 Hz-es frekvenciát szabványosította az atomi másodperc definíciójában.

Az első, kísérleti atomi időskálát (A1) az *Egyesült Államok Tengerészeti Observatóriuma* (US Naval Observatory) vezette be. Epocháját 1958. január 1-én $0^h 0^m 0^s$ UT2-re tették.² Ekkor az A1 skálán $0^h 0^m 0^s$ értéket „állítottak be”. Később más epochákat is használtak. A BIPM például létrehozta az A3 jelű atomidő-skálát, amelynek nullpontja kb. 34.4 milliszekundummal későbbi az A1-nél. Az A3-hoz igazították később a *nemzetközi atomidőt* (International Atomic Time = TAI). Ismeretlen okból annak idején Moszkvában a *Metrológiai Intézet* a TAI-tól 2827 ms-mal eltérő nullpontot választott.

Ma az atomi időskálát több mint kétszáz atomóra tartja fenn a Föld különböző laboratóriumaiban. Közöttük találjuk az *Országos Mérésügyi Hivatal* Hewlett-Packard gyártmányú cézium „etalonját” is. A TAI képzésébe az órákat különböző súllyal veszik számításba. A követelmények igen szigorúak. Újrarendítés esetén például az óra hónapokig csak zérus súlyt kaphat. A nemzetközi atomidő fenntartásáról, az egyes órák működéséről, az összehasonlítási műveletekről a BIPM körleveleiből vagy évkönyvéből értesülhetünk.

Az atomidő tulajdonképpen nem csillagászati időskála, hiszen nincs köze sem a Föld forgásához, sem pedig keringéséhez. Ennek ellenére a 60, 3600, ill. 86 400 atomi másodpercet szokás percnak, órának és napnak nevezni. Kifejezőbbnek tartjuk e helyütt a GPS navigációs műhold-rendszer skáláját, amely 604 800 atomi másodpercet foglal össze „GPS hét” néven. Valamely esemény időpontját a hét és ezen belül a másodperc rögzíti. (Az 1980-ban indított számolás szerint 1995. december 24-én a 840. GPS hét kezdődött.)

Az atomórák megbízható működése, a jó reprodukálhatóság és a kényelmes „leolvasás” háttérbe szorította a csillagászati úton nehézkesen meghatározható efemeris időt. Amennyiben az alapvető fizikai konstansok változatlanságát elfogadjuk, az efemeris időt is az atomidőhöz köthetjük. Így aztán a hetvenes évek végén az IAU javaslatára az ET–TAI különbséget 32.184 másodpercben

2. Az UT2 skálát a földforgás évszakos ingadozásának figyelembevételével képezték az UT1-ből. Sokáig az inerciaidő legjobb közelítése volt. Ma már nem használatos.

rögzítették, vagyis

$$\text{TDT} = \text{TAI} + 32^s.184$$

Ezzel bevezették a *földi dinamikus időt* (Terrestrial Dynamical Time = TDT), amely az évkönyvekben 1984-től váltotta fel az efemeris időt.

A gravitációs potenciál és a sebesség hatással van az idő múlására, vagyis befolyásolja az órák járását. Elliptikus pályája miatt a Föld változtatja távolságát a Naptól, így változik a földi atomórák járása is. Az effektus midőssze 1.6 ms az év során. Ha az atomi időskálát erre korrigáljuk, a *baricentrikus dinamikus időskálát* (Barycentric Dynamic Time = TDB) kapjuk:

$$\text{TDB} = \text{TDT} + 0^s.001\,658 \sin M + 0^s.000\,014 \sin 2M.$$

A baricentrikus elnevezés megtévesztő, mert a szinuszos tagok nem redukálják a földi időt a baricentrumba (a nulla potenciálú helyre), csupán a pálya menti változást korrigálják. Az IAU 1991-es közgyűlése Buenos Airesben igazi relativisztikus szemléletű időskálákat fogadott el. Különbséget tett *saját-idő* és *koordinátaidő* között. Figyelembe vette, hogy az atomóra sajátideje a koordináta-rendszer transzformációja után más lesz. Ugyanez a közgyűlés törölte a földi dinamikai idő megnevezéséből a dinamikai szót, azaz a *földi időt* (Terrestrial Time = TT³) vezette be. A változás látszólag formális, valójában a csillagászati időmérés tévesztését jelzi a mikrofizikaival szemben.

Az egységes földi idő előállításakor előírás, hogy a Föld felszínén működő atomórákat a tengerszint potenciáljára (geoid) kell redukálni. Ha pedig a teljes földi gravitációs potenciált eltávolítjuk, előáll a *geocentrikus koordinátaidő* (Geocentric Coordinate Time = TCG).

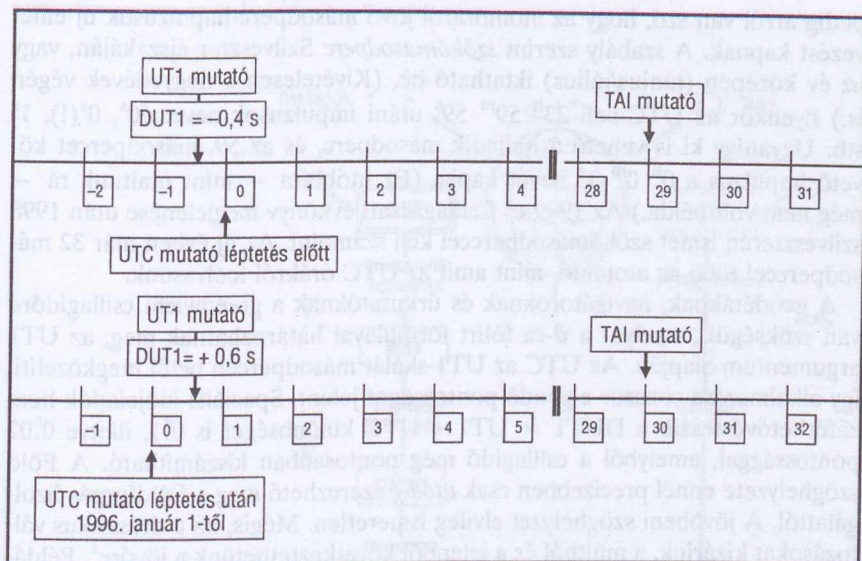
A Nap gravitációs terének és a Föld pálya menti mozgásának figyelembevételével állítható elő a *baricentrikus koordinátaidő* (Barycentric Coordinate Time = TCB), amely ma a Naprendszer egészéhez rendelhető legtokéletebb inerciaidő. A baricentrikus időskálán 100 év alatt 47 másodperccel több pereg le, mint a földi órákon.

A pontos idő szolgáltatása

A „pontos idő” kifejezés két fogalmat is jelenthet: az inerciaidőt és a világ-időt. Mindkét skála fenntartását igényli az élet.

A párizsi székhelyű *Nemzetközi Földforgás Szolgálat* (IERS) összefogja a Föld forgására vonatkozó kutatásokat, számon tartja és publikálja a Föld szöghelyzetét.

3. Sajnos ez megegyezik a valódi szoláris idő klasszikus jelölésével.



7.3. ábra. A TAI, az UTC és az UT1 óra mutatói léptetés előtt és után. (A TAI és az UT1 mutató távolsága nem változik, az UTC azonban 1 másodperccel ugrik.)

A könnyen elérhető UTC időskálából tehát egész számú másodperc hozzáadásával előállítható az atomidő. (Az égitestek mozgását, vagy a pulzárokat vizsgáló csillagászok számára ez a legfontosabb időskála.)

A pontos idő szolgáltatása elsősorban a *koordinált világidő* (UTC) rádiós úton történő közzétételét jelenti. Az UTC szerencsés hibrid időskála, amelyből könnyen származtatható mind az atomidő (TAI), mind pedig a világidő (UT1). 1972 óta az UTC definíció szerint pontosan egész számú másodpercen tér el a TAI-tól, és 1 másodpercen belül közelíti a világidőt. E sorok írásakor már 31 másodperc a TAI–UTC különbség, és kb. +0.2 s az UT1–UTC. Bizonyos múltbeli időpontokra az IERS és a BIPM körleveleiből, illetve elektronikus postacíméről tudhatók meg ezek az adatok. Az UTC és az UT1 különbsége 1 másodpercnél kisebb, de folyamatosan változik. A szabály értelmében a TAI–UTC eltérést egész másodperccel meg kell változtatni, ha $|UT1 - UTC|$ meghaladja a 0.7 másodperccel. A változtatás úgy történik, hogy az UTC óra mutatóját 1 másodperccel léptetjük, a TAI órához természetesen nem nyúlunk. 1972 elején a TAI–UTC pontosan 10 s volt. Azóta minden léptetéskor növelni kellett a különbséget, mintha szekulárisan lassulna a Föld forgása. Az UTC szerint járó órán a másodperc léptetése (a szökőmásodperc beiktatása) megfelel a mutató 1 s időtartamú „lefogásának”. Logikailag

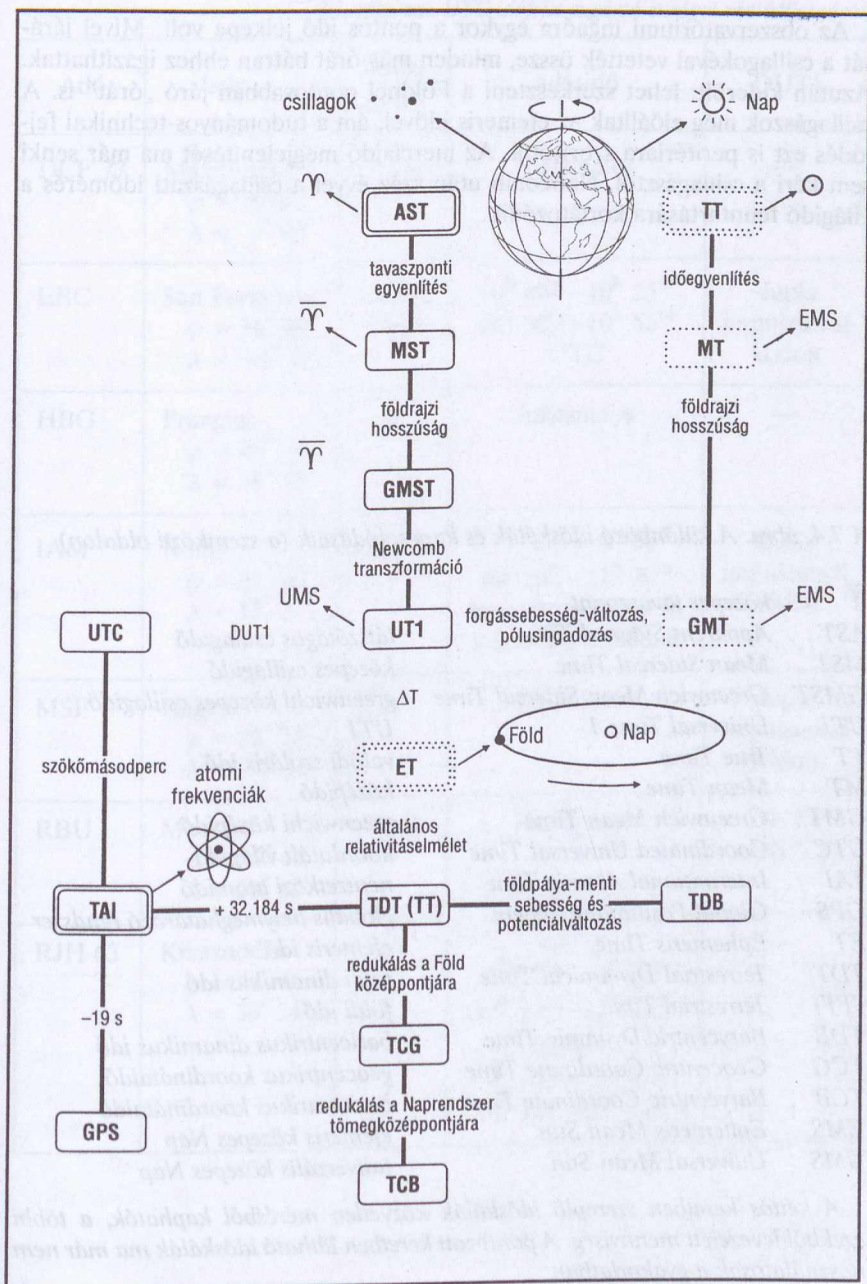
pedig arról van szó, hogy az atomóráról jövő másodperc-impulzusok új elnevezést kapnak. A szabály szerint *szökőmásodperc* Szilveszter éjszakáján, vagy az év közepén (június/július) iktatható be. (Kivételesen a negyedévek végén is.) Ilyenkor az UTC-beli $23^h 59^m 59^s$ utáni impulzusok neve: 60^s , $0^s(!)$, 1^s stb. Ugyanígy ki is vehető a nulladik másodperc, és az 59. másodpercet követő impulzus a $0^h 0^m 1^s$ nevet kapja. (Ez utóbbira – mint utaltunk rá – még nem volt példa.) Az 1999-es Csillagászati évkönyv megjelenése után 1998 szilveszterén ismét szökőmásodperccel kell számolni. Az új évben már 32 másodperccel több az atomidő, mint amit az UTC órákról leolvasunk.

A geodétáknak, navigátoroknak és úrkutatóknak a greenwichi csillagidőre van szükségük, amelyet a ϑ -ra fölírt formulával határozhatnak meg, az UT1 argumentum alapján. Az UTC az UT1 skálát másodpercen belül megközelíti, így alkalmazása sokszor elegendő pontosságot jelent. Speciális időjeladók hozzáférhetővé teszik a $DUT1 = UT1 - UTC$ különbséget is $0^s.1$, illetve $0^s.02$ pontossággal, amelyből a csillagidő még pontosabban kiszámítható. A Föld szöghelyzete ennél precízebben csak *utólag* szerezhető meg a Földforgás Szolgálatától. A jövőbeni szöghelyzet elvileg ismeretlen. Mégis, ha a drasztikus változásokat kizárjuk, a múltból és a jelenből következtethetünk a jövőre⁴. Például egy napfogyatkozás nyomvonalának pontos előrejelzéséhez elengedhetetlen a TAI – UT1 különbség ismerete.

A BIPM évkönyvének utolsó fejezete felsorolja az UTC rendszerben sugárzó időjeladókat. A legutolsó kötet 31 állomást említ a világ öt kontinensén elszórva. Ebből 12 esik Európa területére, hat sugároz folyamatosan, és csupán négy szolgáltat DUT1 információt is. Az adók földrajzi koordinátáit, a sugárzás frekvenciáját, a kódolás módját röviden ismertetik [9]. A BIPM adóin kívül földi vagy műholdas navigációs rendszerekről (*LORAN C*, *Omega*, *GPS* stb.) is nyerhető pontos idő. A jelek dekódolása azonban bonyolultabb algoritmust igényel.

A TAI és az UTC közötti 31 másodperc az 1961 óta eltelt harminchét esztendő alatt gyűlt össze. Kezdetben az UTC képzési szabályai megengedték a havonkénti tizedmásodperces óramutató-léptetést és az atomóra frekvenciájának félévenkénti módosítását. Így 1961 és 1972 között az UTC tizedmásodpercen belül megegyezett a világidővel. Az 1972 óta érvényes új szabály nem engedi meg a frekvencia módosítását, és csak 1 másodpercen belüli UT1 közelítést ír elő. Kárpótlásul azonban könnyen rekonstruálható inerciaidő-skálát nyújt. Ebben a jelentéktelennek tűnő technikai módosításban mégis az időfogalom fejlődését láthatjuk: elszakadást a „földhözragadt” szemlélettől.

4. Többek között a TAI – UT1 előrejelzésével is foglalkozik a Nemzetközi Földforgás Szolgálat a jelű körlevele. Internet címe: <http://maia.usno.navy.mil>



Az obszervatóriumi ingaóra egykor a pontos idő jelképe volt. Mivel járását a csillagokéval vetették össze, minden más órát bátran ehhez igazíthattak. Azután kiderült: lehet szerkeszteni a Földnél pontosabban járó „órát” is. A csillagászok még előálltak az efemeris idővel, ám a tudományos-technikai fejlődés ezt is perifériára szorította. Az inerciaidő megjelenítését ma már senki sem kéri a csillagásztól. Newcomb után száz évvel a csillagászati időmérés a világidő fenntartására korlátozódik.

A 7.4. ábra. A különböző időskálák és kapcsolódásaik (a szemközti oldalon)

\overline{T}	közepes tavaszpont	
AST	Apparent Sidereal Time	látszólagos csillagidő
MST	Mean Sidereal Time	közepes csillagidő
GMST	Greenwich Mean Sidereal Time	greenwichi közepes csillagidő
UT1	Universal Time 1	UT1
TT	True Time	valódi szoláris idő
MT	Mean Time	középidő
GMT	Greenwich Mean Time	greenwichi középidő
UTC	Coordinated Universal Time	koordinált világidő
TAI	International Atomic Time	nemzetközi atomidő
GPS	Global Positioning System	globális helymeghatározó rendszer
ET	Ephemeris Time	efemeris idő
TDT	Terrestrial Dynamical Time	földi dinamikus idő
(TT)	Terrestrial Time	földi idő
TDB	Barycentric Dynamic Time	baricentrikus dinamikus idő
TCG	Geocentric Coordinate Time	geocentrikus koordinátaidő
TCB	Barycentric Coordinate Time	baricentrikus koordinátaidő
EMS	Ephemeris Mean Sun	efemeris közepes Nap
UMS	Universal Mean Sun	univerzális közepes Nap

A kettős keretben szereplő időskálák közvetlen mérésből kaphatók, a többi ezekből levezetett mennyiség. A pontozott keretben látható időskálák ma már nem használatosak a gyakorlatban

7.1. táblázat. UTC időjelet sugárzó európai rádióállomások

Adó	hely	frekv. kHz	adásidő	DUT1
DCF 77	Mainflingen $\varphi = 50^{\circ} 01'$ $\lambda = 9^{\circ} 00'$	77.5	folyamatos	—
EBC	San Fernando $\varphi = 36^{\circ} 28'$ $\lambda = -6^{\circ} 12'$	12 008, 6 840	$10^h 00^m - 10^h 25^m$ $10^h 30^m - 10^h 55^m$ UTC	dupla impulzussal kódolt
HBG	Prangins $\varphi = 46^{\circ} 24'$ $\lambda = 6^{\circ} 15'$	75	folyamatos	—
IAM	Róma $\varphi = 41^{\circ} 47'$ $\lambda = 12^{\circ} 27'$	5000	$7^h 30^m - 8^h 30^m$ $10^h 30^m - 11^h 30^m$ kivétel: vasárnap és a nemzeti ünnepek	dupla impulzussal kódolt
MSF	Rugby $\varphi = 52^{\circ} 22'$ $\lambda = -1^{\circ} 11'$	60	folyamatos	dupla impulzussal kódolt
RBU	Moszkva $\varphi = 55^{\circ} 44'$ $\lambda = 38^{\circ} 12'$	200/3	folyamatos	DUT1 +dUT1
RJH-63	Krasznodar $\varphi = 44^{\circ} 46'$ $\lambda = 39^{\circ} 34'$	25	télien: $9^h 13^m - 9^h 22^m$ $17^h 13^m - 17^h 22^m$ nyáron: $8^h 13^m - 8^h 22^m$ $20^h 13^m - 20^h 22^m$	—

7.1. táblázat. UTC időjelet sugárzó európai rádióállomások (folytatás)

Adó	hely	frekv. kHz	adásidő	DUT1
RJH-69	Molodecsno $\varphi = 54^{\circ} 28'$ $\lambda = 26^{\circ} 47'$	25	télien: $7^h 13^m - 7^h 22^m$ $13^h 13^m - 13^h 22^m$ nyáron: $6^h 13^m - 6^h 22^m$ $12^h 13^m - 12^h 22^m$	—
RJH-77	Arhangelszk $\varphi = 64^{\circ} 22'$ $\lambda = 41^{\circ} 35'$	25	télien: $11^h 13^m - 11^h 22^m$ $21^h 13^m - 21^h 22^m$ nyáron: $2^h 13^m - 2^h 22^m$ $10^h 13^m - 10^h 22^m$	—
RJH-90	Nyizsnyij- Novgorod $\varphi = 56^{\circ} 11'$ $\lambda = 43^{\circ} 57'$	25	télien: $5^h 13^m - 5^h 22^m$ $19^h 13^m - 19^h 22^m$ nyáron: $4^h 13^m - 4^h 22^m$ $18^h 13^m - 18^h 22^m$	—
RWM	Moszkva $\varphi = 55^{\circ} 44'$ $\lambda = 38^{\circ} 12'$	4 996, 9 996, 14 996	folyamatos	DUT1 +dUT1
TDF	Allouis $\varphi = 47^{\circ} 10'$ $\lambda = 2^{\circ} 12'$	162	folyamatos kivéve kedd $1^h - 5^h$	—

Az időjeladók egyedi kódjai

DCF 77

Minden másodperc elején a vivőhullám amplitúdóját 25%-os szintre csökkentik 0^s.1 vagy 0^s.2 időtartamra. Az előbbi a bináris nullát, az utóbbi az 1-et jelenti. A 21. másodperctől az 58. másodpercig kisugárzott impulzusok az év, a hónap, a nap, az óra és a perc azonosítására szolgálnak. A kódolt információ a Németországban használatos hivatalos idő. A 17. és a 18. másodperc jele mutatja, hogy nyári időszámítás: UTC(PTB)+2^h, vagy téli időszámítás: UTC(PTB)+1^h van beállítva. A 15. másodperc jele 0.2 s hosszúságú, ha csak a tartalék adóantenna üzemel.

EBC

A másodperc 0^s.1 hosszúságú 1 kHz-cel modulált jel, a perc jele 0^s.5 hosszú, 1250 Hz-cel modulált.

HBG

Minden másodperc elején 100 ms-ra megszakítják a vivőhullámot. Az egész percet dupla impulzussal, az egész órát tripla impulzussal jelölik.

IAM

Másodperc és perc jelzés 1 kHz-es modulációval (5 ciklus, illetve 20 ciklus). Vokális jelzés minden 15. percben 0^h 00^m-től számítva.

MSF

A vivőhullám 100 ms-os megszakítása a másodperc jel, az 500 ms-os megszakítása a perc jel. A 17. és az 59. másodperc között 1 bit/s átviteli sebesség mellett az év, a hónap, a nap, az óra és a perc kódját közli.

RBV

DXXXW típusú tized másodperces jelek. Közli az év, a hónap, a nap, az óra és a perc nevét, valamint a hét napjának nevét.

RJH-63, RJH-69, RJH-77, RJH-90

25 ms hosszúságú tizedmásodperc-impulzusok, 100 ms hosszúságú másodperc-impulzusok, 1 s hosszúságú impulzusok 10 másodpercenként, 10 s hosszúságú impulzusok percenként.

RWM

A1X típusú másodperc-jelek minden óra 10. és 20. perce valamint 40. és 50. perce között. Az egész perceket 0.5 s hosszúságú impulzus jelöli. Egyébként DXXXW típusú tizedmásodperc-jelek. Az év, a hónap, a nap, az óra, a perc nevének, valamint a hét napjának közlése.

TDF

Fázismodulációval kódolt idő információ: év, hó, nap, óra, perc, a francia hivatalos idő szerint. Ha a 17. másodperc bináris 1, a nyári időszámítás érvényes, ha pedig a 18. impulzus bináris 1: a téli időszámítás. A 14. másodperc beállítása jelzi az ünnepnapokat (Karácsony, július 14. stb.), míg a 13. másodperc binárisan 1 az ünnepnapot megelőző napon.

Irodalom

- [1] S. NEWCOMB: *The Elements of the Four Inner Planets and the Fundamental Constants of Astronomy, Supplement to the American Ephemeris and Nautical Almanac for 1897*, 1. Washington 1895.
- [2] S. NEWCOMB: *Astronomical Papers prepared for the use of the American Ephemeris and Nautical Almanac*, Vol. VI. Washington, Bureau of Equipment, 1898.
- [3] RÉDEY ISTVÁN: *Földrajzi helymeghatározás II. jegyzet*, BME, 1963.
- [4] W. M. MARKOWITZ: Az efemeris idő másodperce, (Barlai Katalin fordítása). *Csillagászati Évkönyv 1963*, Gondolat, Bp., 1962.
- [5] I. MUELLER: *Spherical and Practical Astronomy as Applied to Geodesy* F. Ungar Publ. Co., New York, 1969.
- [6] S. AOKI, B. GUINOT, G. H. KAPLAN, H. KINOSHITA, D. D. MCCARTHY, P. K. SEIDELMANN: The New Definition of Universal Time, *Astron. Astrophys.*, **105**. 359. o. (1982).
- [7] MARIK MIKLÓS (szerk.): *Csillagászat*. Akadémiai, Bp., 1989.
- [8] P. K. SEIDELMANN, T. FUKUSHIMA: Why new time scales? *Astron. Astrophys.*, **265**. 833. o. (1992).
- [9] *Annual Report of the BIPM Time Section*, Vol. 9. Pavillon de Breteuil, Sevres Cedex, 1996.
- [10] BALÁZS BÉLA: Kronosz meghódított birodalma. Az idő mérése, *Természet Világa* **128**. 11. o. (1997).

Mizser Attila

A Magyar Csillagászati Egyesület 1997/98. évi tevékenysége

Az 1997. július 1. és 1998. június 30. közötti időszakban tovább növekedett egyesületünk taglétszáma. Az újonnan belépők száma megduplázódott a megelőző időszakhoz képest, ami azt bizonyítja, hogy jó úton járunk, amikor „közelebb hozzuk a csillagokat” a csillagászat iránt érdeklődőkhöz és a nagyközönséghez. Ez a megnövekedett érdeklődés minden bizonnyal a *Hale–Bopp-üstökös* „számlájára” írható, hiszen ez a fényes égi vendég ugyancsak felkeltette az érdeklődést a csillagászat iránt. Az időszak másik, sokakat érdeklő eseménye a *Mars Pathfinder* sikeres missziója volt.

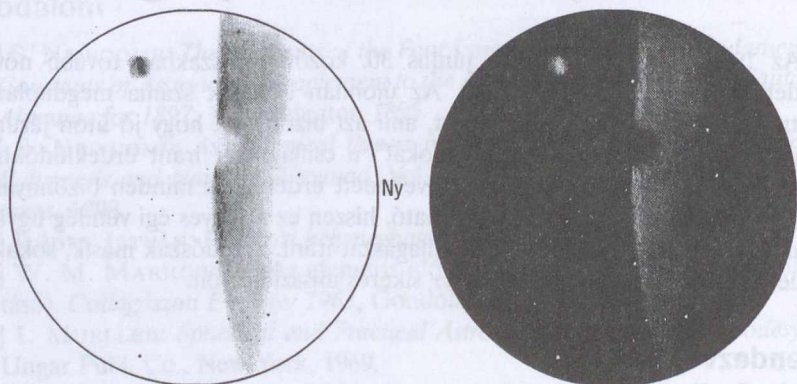
Rendezvények

A Mars volt egyik témája az 1997. szeptember 16-ára meghirdetett *Közelebb a csillagokhoz* elnevezésű országos távcsöves bemutatóknak is. A kora este látható teljes holdfogyatkozás volt az est „fénypontja”. A budapesti rendezvényt a Planetárium melletti parkban tartottuk. A jelenség ismertetése mellett előadást tartottunk a Mars Pathfinder szonda friss eredményeiről is. A Planetárium körfolyosóján első ízben állítottuk ki a *Közelebb a csillagokhoz* című asztrofotós kiállításunkat, mely tagjaink asztrofotóiból mutatott be ízelítőt. (A kollekciót — kissé módosítva — 1998. júniusától ismét kiállítottuk a Planetáriumban.) Vidéken helyi csoportjaink tartottak bemutatókat, a hajdúböszörményi csoport rendezvényén pl. közel 800-an vett részt.

1998 tavaszán két távcsöves bemutatóval hívtuk fel magunkra a figyelmet. Április 4-ére időzítettük a *Csillagászat Napja* elnevezésű rendezvényünket, amelynek ugyancsak a Planetárium adott helyt. Április 28-án egy kora esti, látványos csillagfedés apropóján tartottunk közös távcsövezést a Gellérthegyén.

Rendezvényeink sikerét jelentősen növelheti a média támogatása. Az 1997. szeptember 16-i teljes holdfogyatkozásra pl. a legtöbb híradóműsor és számos napilap felhívta a figyelmet, az Aldebaran-okkultációról pedig az MTV1 Híradójában láthattak a nézők rövid riportot. Mindezek hatására — nyugodtan állíthatjuk — érdeklődők ezrei, vagy inkább tízezrei követték figyelemmel ezeket a szabad szemmel is könnyen látható jelenségeket.

1997. évi *nyári táborunkat* augusztus 1. és 11. között tartottuk Ágasváron, a Mátrában. Az elsősorban a 15–19 éves korosztálynak szervezett táborban összesen 250-en vettek részt, köztük több határon túli fiatal. A táborban számos hivatásos csillagász is részt vett, előadásai nagyban emelték rendezvényünk színvonalát. Ugyancsak sokat jelentett az MTA CSKI Piskéstetői obszervatóriumának közelsége. Hazánk legfontosabb csillagászati kutatóállomására ismét szakmai kirándulást tettünk.



8.1. ábra. A Lófej-köd. Szabó Gábor rajza 20 cm-es Newton-távcsővel készült 60-szoros nagyítás mellett, Mizar mély-ég szűrővel

Állandó ágasvári észlelőhelyünkön 1997. október 20–24. között *ősz* észlelőhétvégét, 1997. december 27–1998. január 1. között *téli* észlelő „évvégét” tartottunk, 1998. május 24–26. között pedig tavaszi „szupernóva-észlelő” hétvégére került sor. Az ágasvári turistaházzal kialakult jó kapcsolatunknak köszönhetően több egyesületi távcsőünk szolgálja az amatőröket ezen az észlelőhelyen. Ugyancsak itt helyeztük el Szitkay Gábor tagtársunk 44.5 cm-es Dobson-távcsővét. Ráktanyai észlelőhelyünkön – a rendszeres észlelőhétvégék mellett – egy kiemelt programunk volt: a március 26–28. között lebonyolított *Messier-hétvége*. Ráktanyán kapott helyet legújabb, komoly teljesítményű távcsőünk, egy 38 cm-es Dobson-távcső. A műszer Horváth Marcell, Csatlós Géza, Rózsa Ferenc, Almási Csaba és Réti Lajos tagtársaink munkája. Budapesti csoportunk továbbra is működtette Dág melletti faházát, ahol – újhordas hétvégeken – megfigyeléseket végeztek (a téli időszak kivételével).

1997 folyamán összesen 12 alkalommal szerepeltek észlelőink az IAU Circular számaiban. Jórészt üstökösökről készült fényességbecslések láttak napvilágot, továbbá egy-egy észlelés az NGC 3147-ről (SN 1997bq), illetve az

USNO 1425.09823278 jelű változócsillagról (Sárneckzy Krisztián, Bakos Gáspár, Kiss László és Szentaskó László észlelései).

Az Ifjúsági Csillagásztábor előadásai

Mizser – Kereszturi: Bevezető, az MCSE rendezvényei

Csaba György: Csillagászati alapismeretek

Kolláth Zoltán: Észleljük a káoszt!

Csaba György: Távcsovek, távcsofípusok

Csaba György: Mit mondanak a csillagok?

Kereszturi Ákos: Otthonunk a Naprendszer

Kiss László: Asztrofizikai bevezető

Bakos Gáspár: A mély-ég objektumok világa

Szabó Gyula: Mély-ég objektumok a Sagittariusban

Csaba György: A csillagászat története

Sárneckzy Krisztián: Halley, Hyakutake, Hale – Bopp – híres hajascsillagok

Kiss László: Változócsillagok

Spányi Péter: Irány a Mars!

Kereszturi Ákos: Építsünk Világégyetemet!

Csaba György: A legközelebbi csillag

Mizser Attila: Sötétség délben

A Meteor '97 Távcsoves Találkozó előadásai

Mizser Attila: Ágasvártól Ágasvárig – MCSE-krónika

Kereszturi Ákos: A csillagászat újdonságai

Hihetetlen történetek – bemutató csillagvizsgálóink 50 éve

Kiss László: Új perspektívák a változócsillagászatban

Rózsa Ferenc (Bakos G. és Sárneckzy K. közrem.): Asztrofotós lettem

Gyenyizse Péter: Angliai útiélmények

Sárneckzy Krisztián: Amit nem lehet megunni: a Hale – Bopp-üstökös

„Ürdiszkó” az elmúlt év asztrofotós terméséből

Vidéki csoportjaink

Szegedi csoportunk nagy sikerű regionális találkozót tartott a Szegedi Observatóriumban. 1997. november 8-án mintegy 50-en vettek részt az immár hagyományosnak számító rendezvényen.

Esztergomi csoportunk igen eredményes országos találkozót szervezett egyesületünk helyi csoportjai számára. Az 1998. február 6–8. között lebonyolított rendezvényen 80-an vettek részt.



8.2a. ábra. A Meteor '97 Távcsoves Találkozó résztvevői

Budapesten és több vidéki csoportunknál is előadássorozatot tartottunk a tavaszi, illetve az őszi időszakban.

Kiadványaink

Kiadványaink közül a *Meteor* egyesületi folyóirat megjelentetésére kaptuk a legjelentősebb támogatást. A Nemzeti Kulturális Alap és a Pro Renovanda Cultura Hungariae Alapítvány immár rendszeres támogatóknak számít. Ha pusztán az előfizetési díjakra és a minimális reklámbevételekre kellene hagyatkoznunk, nem tehetjük volna állandóvá a négyszínnyomású borítókat és az átlagosan 64 oldalas terjedelmet. Szerencsére 1998-ra is megkaptuk a két említett alapítvány támogatását, amelyet további fejlesztésekre használtunk fel. Több cikksorozatot indítottunk, továbbá megkezdtük az *Új Naprendszer* melléklet-sorozatunkat, vagyis az utóbbi néhány évtizedben született, a Naprendszerrel kapcsolatos újdonságok bemutatását. Sorozatunk számonként négy oldalnyi – többnyire színes – képmelléklethez fűzött rövid magyarázatokból áll.

Ugyancsak cikksorozatot indítottunk a reformkori csillagászatról.



8.2b. ábra. A Meteor '97 Távcsöves Találkozó résztvevői (folytatás)

A Meteor mellett a *Meteor csillagászati évkönyv 1998* megjelentetése emelkedő ki. 1998-as évkönyvünk 1997 decemberében jelent meg, a korábbiánál nagyobb terjedelemben és lényegesen esztétikusabb kivitelben.

1998 első felében két további kiadványunk jelenhetett meg. Csaba György Gábor OTKA-támogatással készített összeállítást Hell Miksa latin nyelvű cikkeiből (*A csillagász Hell Miksa írásaiból* címmel). Keszthelyi Sándor több mint két évtizednyi gyűjtőmunka eredményét tette közzé a Magyarország napórái című katalógusban, mely összesen 405 rögzített napóra legfontosabb paramétereit sorolja fel, számos ábrával, képpel illusztrálva.

Az időszakban tovább folytattuk *Amatőrcsillagászok kézikönyve* című kiadványunk szerkesztését. A várhatóan 500 oldalas munka az 1988-ban kiadott hasonló című kiadványt váltja fel. A készülő mű azonban nem csupán az előző kiadás továbbfejlesztése, hanem Kulin György legendás *A távcső világa* c. kézikönyvének is örökebe kíván lépni. A Meteor 1998. májusi száma – a Hungarian Virusbuster Team támogatásának köszönhetően – CD-ROM-melléklettel jelent meg.

Egyre nagyobb jelentőséget kap egy másik publikációs fórumunk, *internetes honlapunk*. A csillagászati társadalmi szervezetek sorában elsőként jelen-

tünk meg a világhálón (1995 tavaszán). Honlapunk karbantartását, fejlesztését Nagy Zoltán Antal és Tepliczky István végzi. Az egyesületi információk mellett külön lapot nyitottunk az 1999-es napfogyatkozás ismertetésére, továbbá 1997 nyarától tükrözzük a NASA Mars-misszióinak honlapját. Az MCSE-honlapot 1998. június 30-ig mintegy 20 ezer alkalommal „lapozták fel” az érdeklődők. A beszámolási időszakban két másik szolgáltatásunk is működött, a *MCSEKLEV*, az MCSE elektronikus körlevele és a *CSILLA*, naponta két alkalommal szétküldött kötetlen csillagászati levelezőlistánk. Honlapunk <http://www.mcse.hu> címen található meg.

Az egyesület gazdálkodása

Mindezt a munkát jórészt tagdíjakból finanszíroztuk. 1997-es pályázati bevételeink jelentősen elmaradtak az 1996. évitől (az elmaradás közel egymillió Ft!), teljes összegük 877 000 Ft. A helyzeten sokat segítettek az 1%-os SZJA-felajánlások. Ez utóbbi forrásból a pályázati támogatásokat megközelítő összeget kaptunk, 839 000 Ft-ot. 1997-es bevételeink így elérték a 6 491 000 Ft-ot, ugyanakkor kiadásaink összege 5 779 000 Ft volt. Kiadásaink között a legnagyobb tételt továbbra is a nyomdaköltségek (2 705 000 Ft) és a kommunikációs kiadások (868 000 Ft, jórészt postaköltségek) jelentik.

Egyesületünk szolgáltatásait kívántuk tovább bővíteni egy vállalkozás, a *Telescopium Kft.* létrehozásával. A Telescopium széles körű kínálattal kívánja szolgálni a csillagászat iránt érdeklődőket, mindenekelőtt jó minőségű, gyári távcsövekkel, binokulárokkal. A Telescopium Budafoki úti távcsöves szaküzlete olyan szolgáltatásokat nyújt tagjainknak és az érdeklődőknek egyaránt, amelyeket egyesületi keretek között mindeddig nem sikerült megvalósítanunk.

Tisztelt Olvasónk!

1998-ban az 1%-os SZJA-törvénynek köszönhetően a Magyar Csillagászati Egyesület tagjai és a csillagászat barátai 1 371 718 Ft-tal támogatták munkánkat. Az összeg egy részét az 1999-es csillagászati évkönyv bővítésére, színesítésére használtuk fel.

Kérjük, 1999-ban is támogassa a Magyar Csillagászati Egyesületet az SZJA 1%-ával – egy még szebb, tartalmasabb csillagászati évkönyvért!

Adószámunk: 19009162-2-43

Balázs Lajos

Az MTA Csillagászati Kutatóintézetének működése 1997-ben

Az elmúlt években lassan már hagyományossá válik, hogy az MTA Csillagászati Kutatóintézetének éves működéséről szóló beszámoló, az intézet talpon maradásával kapcsolatos megállapítással kezdődik. A rendszerváltás alapjainban rázta meg a magyar társadalmat, és ez nem kerülte el a tudományos életet, ezen belül az akadémiai intézethálózatot sem. A nyolcvanas évek végétől a kutatásra fordított összegek reálértéke rohamosan csökkent, és az intézethálózat a lét és a nemlét határára sodródott. Ebben a helyzetben szánta rá magát a Magyar Tudományos Akadémia az intézethálózat konszolidációjára, amely bizonyos intézeteket összevont, illetve megszüntetett, ugyanakkor az „állva” maradtakat anyagilag stabilabb alapokra helyezte. A konszolidáció a Csillagászati Kutatóintézet nemzetközi szinten jelentős tudományos értékeit elismerte, így az nem kényszerült az évek kitartó munkájával kialakított kutatási profiljának drasztikus csonkítására.

Kutatási eredmények

A csillagok belső szerkezete – pulzáció

RR Lyrae változók. Folytattuk az RR Lyrae egyik alosztályát alkotó R Rab csillagok fénygörbealakja és fizikai paraméterei közötti kapcsolat vizsgálatát. Kimutattuk, hogy a fénygörbéből meghatározott fémtartalom és a színindex jó egyezésben van a Kurucz-féle atmoszféramodellekből kapható megfelelő értékekkel. Mindezek alapján igazolható volt, hogy az atmoszféramodellek segítségével kapható összefüggések alkalmazhatók a változók luminozitásának és effektív hőmérsékletének meghatározására.

Az általánosan használt fejlődési modellekkel összehasonlítva kimutattuk, hogy az effektív hőmérséklet és az abszolút fényesség, illetve a fémtartalom között fennálló elméleti, illetve megfigyelt kapcsolat jellege hasonló, de a kető között szisztematikus eltérés mutatkozik, valószínűleg az abszolút fényesség meghatározásában (a Baade–Wesselink-módszerben) rejlő hiba miatt. Kimutatható, hogy a nullakorú horizontális ágról már elfejlődött csillagok főként a legkisebb fémtartalmú változók között találhatók.

Az empirikus fénygörbe – fizikai paraméter összefüggések ismeretében megvizsgáltuk, hogy a modern numerikus módszerekkel felépített nemlineáris hidrodinamikai modellek képesek-e ezeket a relációkat reprodukálni és ezzel lehetőséget adni a fizikai paraméterek közvetlenül elméleti fénygörbék alapján történő meghatározására. Eredményeink szerint a vizsgált modelleknek csupán elenyésző százaléka követi a megfigyelésekből levezetett empirikus relációkat. A nem megfelelő modellek száma észrevehetően csökkenne, ha az RR Lyrae luminozitás-skála kb. 0.3 magnitúdóval fényesebb lenne a jelenleg elfogadott értéknél.

Egyértelműen kimutattuk, hogy a gömbhalmazokban talált második felhangban pulzálóknak vélt rövid periódusú RR Lyrae csillagok valójában RRc típusú, azaz első felhangban pulzáló változók.

Először sikerült RRd csillagok mindkét rezgési módusának periódusváltozását meghatározni. A Fourier-fázis módszer segítségével az M15 RRd csillagait vizsgáltuk. A fejlődési modelleken alapuló várakozásokkal ellentétben a két módus periódusának változása nem párhuzamos egymással, sőt ellentétes előjelű is lehet! Ez kétségessé teszi a periódusváltozásoknak a csillagfejlődéssel történő magyarázatát.

Széles körű lineáris és nemlineáris számításokkal ellenőriztük, hogy a pulzáció leírására általánosan használt modellek képesek-e valamilyen fejlődési úton az M15 RRd csillagaihoz hasonló periódusváltozásokat létrehozni. Vizsgálataink szerint ez csak a paraméterek egy nagyon szűk tartományában, s a vártnál lényegesen nagyobb hőmérséklet-változás mellett lehetséges.

Az UX Vir nevű, eddig nem klasszifikált változócsillagról a mátrai állomás 1 m-es távcsövével készült CCD felvételek kiértékelése során kiderült, hogy RRab típusú 0.51292 nap periódussal. Egyéb paraméterei is meghatározhatók voltak (távolság, fémesség stb.). Egyébként az UX Vir közvetlen közelében felfedeztünk egy vörös törpecsillagot, amely három éjszakából kettőn egészen biztosan flerezett. Mintegy 1^m volt az amplitúdó V színben. A csillag eddig semmilyen katalógusban nem szerepelt. Fotometriai parallaxisa alapján kb. 1 kpc-re van a galaxis fősíkjától.

Befejeztük az RR Lyrae nagyszámú ($\sim 40\,000$) budapesti megfigyelésének teljes redukcióját (a légköri extinkcióra korrigálva, nemzetközi rendszerbe transzformálva).

Delta Scuti változók. A két módusban pulzáló, nagy amplitúdójú δ Scuti csillagoknál olyan mérhető paramétert kerestünk, amelynek segítségével az alap- és első felharmonikus módusok szétválaszthatók. A Strömgen-féle uvby fotometriai rendszerben mérhető $b - y$ színindex, illetve y színből kapható fénygörbék $\phi_{b-y} - \phi_y$ fáziskülönbsége alapján elválasztható a radiális alapmódus és az első felharmonikus. Az egymódusú I. és II. populációs csillagok vizsgálata azt mutatta, hogy a módszerrel nem lehet egyértelműen különbséget tenni

a populációk között. A vizsgálat eredménye különösen meglepő, mert az első felharmonikusok fáziskülönbségei abba a tartományba kerültek, amelyet korábban a nemradiális módusok azonosítására használtak.

A BN Cnc és BV Cnc csillagok nagy pontosságú mérésével kimutattuk, hogy a BV Cnc csillag δ Scuti típusú változó, ellentétben a korábbi mérésekkel, amelyek szerint állandó fényességű. A mérések szerint a változások négy frekvenciával modellezhetők. A mérések alapján igazoltuk, hogy defókuszált CCD felvételek segítségével elérhető a $0^m.001$ -nél nagyobb pontosság is.

Turbulens konvekció és csillagpulzáció. Az időtől függő, nemlokális turbulens konvekció egydimenziós modelljével egészítettük ki a pulzációt leíró modellünket. Ennek segítségével sikerült megoldani a Magellán-felhők és a Tejútrendszer cefeidáinak összehasonlításából adódó tömegproblémát.

A W Virginis csillagok nemlineáris pulzációjára is jelentős hatással van a konvekció és turbulencia. A turbulenciát figyelmen kívül hagyó modelleknél a szabályosból a kaotikus pulzációba történő átmenet 10–12 napos periódusnál következik be. Az új modellek esetén ez az érték eltolódik 16–20 nap közé, ami a megfigyelésekkel jobban összhangban van.

Delta Cephei változók. A Hipparcos asztrometriai mesterséges hold tudományos programjába elfogadott, az intézetből benyújtott cefeidaparallaxis-mérési program végrehajtása során a legközelebbi 28 cefeida Hipparcos-parallaxisát a korábbi, földi bázisú, asztrofizikai mérésekből leszármaztatott parallaxisadatokkal összehasonlítva kimutattuk, hogy az új parallaxisok egy része nem valódi parallaxis, mert a kettős rendszerbe tartozó cefeidáknál a Hipparcos-adatok redukálása során nem vették figyelembe a pálya menti keringésből származó szögelfordulást. Így egyelőre nem tekinthető megalapozottnak az a már elterjedt állítás, hogy a cefeidák luminozitása nagyobb a korábban vélt értékénél, ezért az Univerzum távolságskálája megnyújtandó.

A klasszikus cefeidák kettősségével kapcsolatos vizsgálataink eredményeként az eddig kettősként nem ismert UZ Cas, VW Cas, CR Cep, V495 Cyg és V520 Cyg cefeidákról állítható, hogy kísérőjük van.

Kimutattuk, hogy a kétmódusú cefeidáknak az alaprezgésre és az első felhangra vonatkozó R_{21} Fourier-paraméterei a normálistól eltérő viselkedésűek azoknál a csillagoknál, amelyek domináns módusa az első felhang.

Magyar és kanadai kollégákkal együttműködve elvégeztük a galaktikus mezőbeli II. populációs cefeidák spektroszkópiai analízisét. A fémvonalak és a $H\alpha$ -vonal alapján meghatározott radiálissebesség-különbségek lehetővé tették a légköri sebességgradiens tanulmányozását. A másfél napnál rövidebb, ill. a 10 napnál hosszabb periódusú II. populációs cefeidáknál nagy a sebességgradiens, míg a közbülső periódustartományban kisebb.

Az FG Sge körüli planetáris köd emissziós vonalainak jelentős változásait mutattuk ki, ami egyértelműen bizonyítja, hogy nem lehet egy kis luminozitású

fehér törpe a központi csillag. Így minden kétséget kizáróan bebizonyosodott, hogy egy egyedüli (nem kettős) csillag rendkívül gyors fejlődési változásainak lehetünk tanúi.

Aktív jelenségek csillagok légkörében. A Bécsi Csillagászati Intézettel együttműködve sikerült a Doppler-leképezési (*Doppler imaging*) technika alapjait képező számítástechnikai programok telepítése, valamint elvégeztük az alapul szolgáló színeképek redukcióját is.

Befejeztük az AR Lac 1994. október havi adatainak Doppler-leképezési analízisét, amely alapján mindkét komponensen kimutatható volt a kromoszférikus aktivitás.

Az IM Pegasi RS CVn típusú óriáscsillagon a magnézium ultraibolya MgII h és k vonal alakjának értelmezésénél az optikai mélységet is figyelembe vettük. Főbb eredményeink a következők: a MgII k vonal kb. 10%-kal szélesebb, mint a h vonal, de a csillag forgása során együtt változnak. A h és k vonal erősségének aránya más a vonal kék és vörös oldalán, amit esetleg az okozhat, hogy a profil vörös szárnya nagyobb optikai mélységben keletkezik. Az optikai mélység, amely közvetlenül a h/k fluxusból, illetve a modellezésből származik, összhangban van egymással. A MgII h és k vonal szélessége, ill. a magasabb hőmérsékletű vonalak fluxusa együtt nő, és erősen változik egy forgási ciklus alatt. A csillag felszínén kimutatható foltmaximum és a magasabb hőmérsékletű vonalak fluxusának maximuma együtt jelentkezik. Mindez egy fényes folt jelenlétére utal. Méréseink szerint az átlagos Gauss-vonalszélesség kb. 80 km/s, míg a $v \cdot \sin i = 31$ km/s.

Az SV Cam aktív fedési kettőscsillagra vonatkozó korábbi mérési eredmények feldolgozása azt mutatja, hogy a rendszer másodkomponensén is jelentős kromoszférikus aktivitás van. Erre elsősorban a H α vonal fő- és mellékminimumbeli viselkedése utal. Tovább erősíti ezt a képet az is, hogy a főminimum idején több, a másodkomponenshez tartozó abszorpciós vonal is megjelenik, és feltűnő, hogy ezek között nincs ott a H α vonal.

A napaktivitás vizsgálata

A bonyolult napfoltcsoportok fejlődésének kutatása során, cseh kollégákkal közösen folytatott munka eredményeként, megállapíthattuk, hogy a régebben létező napfoltcsoportok „mögött” keletkező új aktivitás változatos kölcsönhatásban lehet a régivel. Az új vezető foltok gyors előremozgását akadályozzák a régi foltok, ez a régi foltcsoport követő foltjainak elsüllyedéséhez vezetett a NOAA 7220–7222 (1992. július) esetében.

A bonyolult napfoltcsoportokban tanulmányozott fotoszférikus mágneses és sebességterek mellé lengyel kromoszféra-megfigyeléseket is bevonva kiderült, hogy a fotoszférikus sebesség- és mágneses anomáliák helyén a kromoszfé-

rában is fokozott aktivitás figyelhető meg, ami a mágneses tér erősödésében esetleg helyi dinamó-hatás meglétét is jelentheti.

Régebről ismert, hogy az új aktivitás lényegesen gyakrabban bukkan fel már meglévő aktív centrumokban. A konvektív zóna aljáról feltört erővonal-hurok mentén könnyebben jut a felszínre új mágneses fluxus. Az új fluxus-csővek (új napfolt-umbrák) mozgásában hidrodinamikai áramlásokat sikerült kimutatni több bonyolult napfoltcsoportban, és megállapítani, hogy a hidrodinamikai vagy magneto-hidrodinamikai kölcsönhatást az umbrák egyező vagy különböző mágneses polaritása határozza meg. Arra is több példát sikerült találni, amikor az új fluxus közvetlenül a régi alól tör fel, ezáltal szokatlanul bonyolult napfoltcsoportot és nagyobb aktivitást okozva.

Tovább folytattuk a *Nap aktív vidékeinek* és különféle aktivitási eseményeinek (pl. fler, filament, erupció, jet) vizsgálatát. Ez év újdonsága, hogy az ESA/NASA Nap-obszervatóriumának, a SOHO mesterséges hold több műszerének az adataival bővíthettük a rendelkezésünkre álló adatbázist. A SOHO-adatok közül elsősorban az MDI magnetográfnek, az EIT távoli ultraibolya tartományban működő távcsőnek, valamint a LASCO három koronográfjának adatait dolgoztuk fel. Ezeket kombináltuk kitűnő kromoszféra-észlelésekkel, amelyeket Tenerifén (Spanyolország) a német VTT-hez csatlakoztatott francia MSDP leképező spektrográffal nyertünk elsősorban az 1996 szeptemberében szervezett nemzetközi észlelési kampány során. Tíz különböző műszer észleléseit felhasználva végigkísértük egy filament felrobbanását a kromoszférától a magas koronáig (1996. szeptember 25–27. között), ezzel egy minden korábbiánál teljesebb képet alkottunk ezekről a Földünkre is hatással levő eseményekről. Kimutattuk, hogy a korona tágulása már a filament felrobbanása (DB) előtt megindul, és hogy a koronában nagy sebességgel kifelé mozgó buborék (CME) nem szükségszerűen van kapcsolatban a felrobbanó filamenttel, tehát nem állítható, mint korábban gondolták, hogy a filament „hajtja” a CME-t, és az sem, hogy ez megfordítva lenne igaz. A mi eredményünk szerint az elsődleges a mágneses tér nagyléptékű instabilitása, átrendeződése, amelynek különféle megnyilvánulásait és következményeit észleljük a naplégkör különféle rétegeiben.

A *Debrecen Photoheliographic Data* katalógussal kapcsolatban az 1986-os év anyagát újfajta publikálásra készítettük elő. Az 1987 második félévének területmérését befejeztük, a katalógust elkészítettük a teljes évré.

A Debrecen Photoheliographic Data katalógushoz kapcsolódóan több programot fejlesztettünk. Az automatikus feldolgozás programjait újabb lehetőségekkel bővítettük, és interaktív programcsomagot készítettünk a rossz légköri körülmények között készített felvételek feldolgozásához. Szükség volt több olyan programra is, amelyek az adatokat ellenőrzik, és az esetleges hibákat kiszűrik.

A Nap részecskesugárzásának földi (troposzférikus) hatásával kapcsolatban azt vizsgáltuk, hogy milyen mechanizmusok játszhatnak szerepet az eddig talált effektusok kialakulásában. Ezenkívül azt kerestük, hogy közvetlen IMF mérésekkel kimutatható-e, hogy a CME-k mágneses tere és a háttér IMF elmentés irányú a geoeffektív helyzetekben. Erre elméleti és néhány észlelési bizonyítékot találtunk.

A Tejútrendszer szerkezete és kozmogóniája

Az effelsbergi 100 m-es rádióteleszkóppal a L1251 csillagkeletkezésben aktív sötét ködbeli IRAS 22376+7455 pontforrásban eddig ismeretlen H_2O mézert észleltünk.

Szintén az effelsbergi rádióteleszkóppal az 1.3 cm-es ammóniavonalban feltérképeztük a L1340 molekulafelhő azon tartományait, ahol a nagoyai 4 m-es rádióteleszkóppal végzett mérések C^{18}O emissziót mutattak. Nyolc ammóniamagot találtunk. Ezek a felhő legsűrűbb részei, feltehetően a jövőbeli csillagkeletkezés helyei.

A Cepheus Flare területén az egyes molekulafelhők csillagképző tulajdonságait vizsgálva kiderült, hogy a terület felhői három különböző felhőkomplexumot alkotnak, amelyek távolsága 200, 300 és 450 pc. A 200 pc-es komponens a Polaris Flare molekulafelhő-komplexum alacsony galaktikus szélességű széle. A 300 pc-es komponens átlagos sűrűsége néhány kisebb csomó (pl. L1251) kivételével kicsi, csillagképző aktivitása gyenge. A harmadik komponens a Cepheus R2 asszociációhoz tartozó molekulafelhő-csoport, amelyben a kis tömegű csillagokon kívül A és B színképtípusú csillagok is keletkeztek.

Az IRAS adatokból kiszámolt por-oszlopsűrűségeket a nagoyai ^{13}CO felmérés eredményeivel (H_2 oszlopsűrűségekkal) összevetve szintén szétváltnak a felhőkomponensek. A gáz és por mérhető aránya a felhőbe ágyazott protocsillagok kimutatását is lehetővé teszi. Ilyen módon sikerült új beágyazott csillagokat azonosítani a terület hideg IRAS pontforrásai között.

A Cepheus Flare területén az IRAS pontforrásokhoz társuló, A színképtípusú csillagok spektroszkópiai és fotometriai vizsgálata során új Herbig Ae csillagot találtunk. A BD+68°1198 erős $\text{H}\alpha$ emissziót mutat és IRAS színei is arra utalnak, hogy poros cirkumsztelláris korong veszi körül. A csillag az L1177 molekulafelhő szélén található. A többi hat észlelt csillag között van egy már ismert Herbig Ae csillag, a többi nem mutat $\text{H}\alpha$ emissziót. Ezek a csillagok már a fősorozaton vannak. Általában hideg, 100 μm -en csúcsosodó fluxusú IRAS pontforrásokkal esnek egybe, ami azt mutatja, hogy a por a csillagtól távol van.

Az ISO mesterséges hold segítségével meghatároztuk három, a csillagfejlődés kezdeti fázisában levő Herbig Ae/Be csillag spektrális energieloszlását a

3–200 μm -es tartományban. Az eredmény nem írható le a T Tau csillagoknál szokásos korong-moddal, hanem fel kellett tételezni a csillagok körül egy hideg izotrop porburok létezését is.

A DENIS program keretében észlelt, a galaktikus anticentrum közelében átmenő, deklinációban 30° hosszú, rektaszcenzióban $12'$ szélességű sávban megvizsgáltuk 22 025 csillag eloszlását az I , J , K paraméterterben. Az 1996-os beszámolóban részletezett Monte Carlo szimulációval tanulmányoztuk a különféle típusú csillagok eloszlását a $(I - J; J - K)$, illetve a $(K; I - K)$ síkokon. A fotometriai kritériumok alapján kiválogatott vörös változó jelöltekre Maximum Likelihood módszerrel meghatároztuk a Tejútrendszer síkjára merőleges irányban a skálamagasságot. A kapott skálamagasság, 510 pc, arra utal, hogy a fotometriai módon definiált minta különféle típusú vörös változók keveréke.

A felsőlégkör szerkezete

A felsőlégköri kutatások területén folytattuk az olasz együttműködés keretében kapott mérési anyag (San Marco 5 mesterséges hold mikroakcelerométeres mérései) feldolgozását és egybevetését a korábban feldolgozott és megfelelően redukált francia CACTUS mikroakcelerométeres anyaggal. A modell és a mért értékek eltéréseinek szórása felsőlégköri hullámaktivitással magyarázható. Legfontosabb eredmény az ionoszférában észlelt plazmabuborékokkal való kapcsolat felfedezése.

A statisztikai feldolgozásból kapott legfontosabb eredmények a következők: a hullámmagasság jellemző „delta” átlagos eltérés függése a magasságtól, helyi időtől és geomágneses aktivitástól hasonló a két (San Marco 5 és CACTUS) anyagra. Az átlagos eltérés kezdetben csökken, majd nő a magassággal. 230–350 km között azonos hullámmagasságot kaptunk, ami arra utal, hogy nagyon stabil a hullámtevékenység ebben a magasságban. A San Marco 5 hold élete utolsó hetében 130 km-ig süllyedt bele a légkörbe, tehát sokkal kisebb magasságokban is mért (a CACTUS csak 220 km-ig), és így adataiból látható, hogy a hullámmagasság különösen viharos napokon oszcillál a magassággal. 350 km felett a San Marco 5 (1988-ban) sokkal nagyobb hullámmagasságot jelez, mint a CACTUS (1975–79-ben), és ez minden geomágneses szélességen is igaz 15° -ig (ameddig a mérések mintavételezték a geomágneses szélességet).

Függés a geomágneses aktivitás szintjétől: 350–550 km között zavart időben nagyobb az átlagos eltérés, míg ezzel ellentétben 550 km felett nyugodt időben nagyobb. Mágneses szélességtől függést nem találtunk, de a San Marco 5 hold által jelzett lokális maximumok kis magasságban nagyobb mágneses szélesség felé magasabbak, és kisebb magasságok felé tolnak el.

Helyi idő-függés: 270 km felett mindkét megfigyelési anyagban éjszaka nagyobb, nappal kisebb átlagos eltérés van, amit az okozhat, hogy nappal a plaz-

mamozgás és a felsőlégköri gravitációs hullámok fázissebessége ellentétes, éjszaka pedig azonos irányú. A napi menet maximuma éjfél környékére esik.

Az esettanulmányok, amelyeket a San Marco 5 hold mérései tettek lehetővé, négy érdekes eredményt hoztak. Bebizonyítottuk, hogy valóban sűrűségi hullámok okozzák a mérésekét lényegesen meghaladó szórást; ezek akusztikus és belső gravitációs hullámok. A magassággal a várakozásnak megfelelően nő a hullámamplitúdó, de 450 km környékén ugrásszerű ez a növekedés. Találtunk olyan lokális tartományokat, amelyekben belül nagyobb a hullámamplitúdó, mint a környezetükben. Továbbá léteznek nagyon hirtelen, rövid ideig tartó sűrűségcsökkenések, amelyek a holdnak a plazmabuborékon való áthaladásával hozhatók kapcsolatba, gyakoriságuknak a helyi időtől való függése alapján.

Egyéb témák

A Naprendszer kisebb égitestjei. A Hubble űrtávcső (HST) új, javított optikájú bolygókamerájával (WFPC2) tovább folytatódott az időközben kifejlesztett még finomabb módszerekkel a korábban már vizsgált rövid keringési idejű üstökös, a 4P/Faye tanulmányozása. Ez volt egyébként az első olyan üstökös, amelynek a magját először lehetett tanulmányozni nagy távolságból – nem in-situ űrmisszió keretében, illetve a kiterjedt kóma ellenére is.

A beszámolási időszakban került sor a következő rövid keringési idejű üstökösök megfigyelésére a Hubble űrtávcső új bolygókamerájával (PC2), illetve a kapott adatok feldolgozására, elemzésére, valamint az ezzel kapcsolatos tudományos eredmények publikálására: 19P/Borrelly, 22P/Kopff, 45P/Honda – Mrkos – Pajdusakova, valamint a 46P/Wirtanen.

Folytattuk a Halley-üstökös VEGA szonda által készített felvételeinek számítógépes feldolgozását. A felvételeken a mag körül látszó jetek intenzitás-eloszlásának változásaiból közelítőleg 7 napos forgási periódust határoztunk meg. Ez a megfigyelésekből kapott érték jó egyezésben van a korábbi számítások eredményeivel.

Az ISO kisfelbontású spektrométerével (PHT-S) megmértük az állatövi fény színképét az 5–12 μm -es hullámhossztartományban. A színkép nem mutat színképvonalakat/sávokat, és jól közelíthető egy 260–270 K-es feketetest-színképpel. Bár az állatövi fény színképe nagyon fontos a bolygóközi por összetételének vizsgálatánál, az ISO előtt mégsem volt ez ismeretes. A miénkkel együtt jelenleg három független mérés van, az eredmények jól egyeznek.

A *diamágneses Coulomb-problémában* találtunk egy olyan aszimptotikus megoldást az $r \rightarrow \infty$ tartományban, ami tetszőleges sajátértéknél kvadratikusan integrálható megoldást ad. E megoldás felhasználásával a kontinuumba ágyazott kötött (Neumann – Wigner-típusú) állapotok felfedezése várható.

Gammakitörések. Hazai és külföldi intézményekkel együttműködve foglalkoztunk a Compton Gamma Ray Observatory mesterséges holdon elhelyezett BATSE detektorral észlelt felvillanások fizikai paramétereinek (időtartam, detektált energia, csúcshintenzitás) többváltozós statisztikai vizsgálatával. A feladatot a főkomponens-analízis (PCA) eljárás segítségével oldottuk meg. Az eredmények megmutatták, hogy két erős hatás van, amelyek közül az egyik a kitörések időtartamával, míg a másik az erősségével kapcsolatos. A harmadik változó csak a 300 keV-nél rövidebb hullámhosszakon észlelhető sugárzás magyarázatához szükséges. Ami azt is jelenti, hogy az ebben a sávban észlelt intenzitás nem magyarázható meg kizárólag az alacsonyabb energiákon észlelhető sugárzás erősségéből.

A mátrai Schmidt-teleszkópra szerelt új CCD kamerával felvételeket készítettünk a BeppoSAX gammakitöréseket megfigyelő mesterséges hold által talált GRB970508 jelű forrás optikai azonosításához és fotometriájához.

Archaeoasztrológia. Az őskori sírok tájolásában kimutatott rendellenességek egyre inkább azt látszanak alátámasztani, hogy ezek nem véletlen jelenségek, hanem az őskori társadalmak tagozódásának következményei. (Hogy milyen ez a tagozódás, azt nem a csillagászat feladata megadni.)

Műszerek, informatika

A beszámolási időszakban elindultak az 1996-ban vásárolt CCD kamerával (Photometrics 1534 × 1024, 9 μm -es képelemméret, folyadékhűtés) a rendszeres észlelések. A kamerát a piszkéstői megfigyelőállomáson lévő Schmidt-távcsőre szereltük fel. Így egy-egy CCD képpel az ég 19' × 28'-es része fedhető le. Ekkora látómező nemzetközi viszonylatban is ritkaság.

Számítástechnikai rendszerünkben kisebb fejlesztések mellett egy nagyobb előrelépés történt. A nagy számításigényű feladatok ellátására üzembe állítottunk egy Sun Ultra 2 munkaállomást.

Sajnos, nem csak fejlődésről kell azonban beszámolnunk. 1997. szeptemberében a budapesti 60 cm-es távcső épületében betörők jártak. Színesfém után kutatva szétverték a fotométert, kiszerezték az óragépet. A vezetőtávcső, okulárok és a mérést vezérlő számítógép is eltűnt. Vándál munkájukban a kupola rézborítását sem kímélték. A részben muzeális értékeket ért kár több millió forint.

Kapcsolatok hazai felsőoktatási intézményekkel

Az Intézet a beszámolási időszakban is otthont adott az ELTE TTK kihe-lyezett asztrofizikai laboratóriumának. Ezen túlmenően együttműködési meg-állapodásunk van a JATE-val, illetve a KLTE-vel is.

Az intézet kutatói az alábbi előadásokat illetve gyakorlatokat tartották:

Az ELTE-n: Általános csillagászat; Az asztrofizika megfigyelési módszerei (asztrofizika szakirány, doktori iskola); Bevezetés az asztronautikába; Csillaglégkörök, Csillagszínképek (asztrofizika szakirány, doktori iskola); Csillaglégkörök fizikája; Csillagok belső szerkezete (asztrofizika szakirány); Csillagrendszerek dinamikája; Extragalaktikus asztrofizika (asztrofizika szakirány, doktori iskola); Műszertechnika; Asztrofizika labor (asztrofizika szakirány); Csillagászati szakmai gyakorlatok; Szeminárium a csillagászat legújabb eredményeiből.

A KLTE-n: Csillagászat; Űrkutatás.

A fentiekén túlmenően 8 doktorandusz, valamint 6 egyetemi hallgató téma-vezetését látták el.

Nemzetközi kapcsolatok

Az intézeti publikációs lista szerint tudományos eredményeinkben kiemelkedő szerepet játszanak a nemzetközi kapcsolatok. Akadémiai együttműködések keretében tartunk kapcsolatot Észtország, Lengyelország, Mexikó, Oroszország, illetve Spanyolország csillagászaival. Kormányközi TÉT egyezmények keretében a bonni Max Planck Institut für Radioastronomie-val, a párizsi IAP-val és a boulderi NOAA-val folytattunk közös kutatómunkát. A beszámolási időszakban is részt vettünk a nyugat-európai DENIS (Deep Near-Infrared Survey) projekt munkáiban. Rendszeres kapcsolatot tartunk fenn a floridai (USA), villanovai (USA), Vanderbilt (USA), prágai (Csehország) és nagoyai (Japán) egyetemmel, valamint a varsói (Lengyelország), potsdami (NSZK), armagh-i (Észak-Írország), kanzelhöhei (Ausztria), bécsi (Ausztria), marseille-i (Franciaország), meudoni (Franciaország), pulkovo-i (Oroszország) csillagászati intézetekkel.

Az Internet hálózaton keresztül elektronikusan is elérhető „IAU Information Bulletin on Variable Stars” kiadványt a Nemzetközi Csillagászati Unió megbízásából az intézet kutatói szerkesztik. Ugyancsak az IAU megbízásából készül az intézetben a most már elektronikusan is elérhető „Debrecen Photographic Results” katalógus.

Mind napfizikában, mind változócsillagászatban kutatóink rendszeresen részt vettek nemzetközi észlelési kampányokban.

1997. évi tudományos teljesítményünk főbb mutatói

Létszám 61 fő; ebből kutató 35 fő.

Az év folyamán megjelent összes idegen nyelvű publikáció száma 62, ebből nemzetközi folyóiratban 45, konferencia-kiadványban 17.

Közlésre elfogadott publikációk száma 76, ebből külföldi folyóiratban 38.

Megjelent könyv: 1 kötet, jegyzet: 1 kötet.

Előadások száma 48.

Elnyert tudományos fokozat 1 PhD.

Az év folyamán oktatási tevékenységet végzők száma 13 fő.

Összesített heti óraszám 27 óra.

Az év folyamán művelt OTKA témák száma 12,

OMFB pályázati témák száma 2,

egyéb pályázatok, együttműködések keretében művelt témák száma 7.

Horváth András

A TIT Budapesti Planetárium működése 1997-ben

Pénzügyi mérlegünk 1997-ben is pozitív volt. 37 millió Ft-os bevételünket az tette lehetővé, hogy jó volt a műsorok látogatottsága (a bevétel kb. 70%-a), folytatódott az együttműködés a CompuDruggal (~8%) és a Lézerszínházzal (~5 %), a különféle cégek ismét igénybe vették helyiségeinket (~8 %) és a TIT Szövetség közgyűlése az állami támogatásból részesítette a Planetáriumot (~6 %) is. E forrásoknak köszönhetően 1997-ben a mintegy 350 Ft-os önkölt-ségű belépőjegyet 220, illetve 250 Ft-ért tudtuk adni.

Műsorok, látogatottság, egyéb programok, kiállítások

1997-ben került a nagyközönség elé Gesztesi Albert *Magyar csillagképek* című műsora és egy korábbi anyag alapján az *Üstökösök* című program, amelyet a Hale–Bopp-üstökös szabadszemes láthatóságának idején tavasszal mutatunk be. A Jénai Planetárium felkérésére megkezdtuk egy közös planetáriumi műsor, a *2061: a Mars titkai* (*2061: Geheimnisse des Mars*) elkészítését 1998-ra.

Látogatottságunk 1997-ben: 1529 iskolai és nagyközönségi műsorunkon 105 052 fő vett részt (ez 19%-os teremkihasználtság, azaz 69 fős átlagnézettség műsoronként, ami 1996-hoz képest 2%-os növekedés).

Könyvtárunk 1997-ben 2 idegen és 12 magyar nyelvű könyvet, 9 külföldi és 11 magyar folyóirat számait szerezte be. A Magyar Csillagászati Egyesülettel (MCsE) közösen *távcsöves bemutatót* szerveztünk szeptember 16-án a teljes holdfogyatkozás idején, amelyen mintegy 400 fő vett részt.

Körfolyosónkon az első félévben Borsa Béla színes fraktálképeiből és Gál Ila olajfestményeiből, a második félévben pedig László Elemér úrkutatási és sci-fi jellegű festményeiből volt *kiállítás*.

Pályázatok, műszaki fejlesztés, karbantartás

A Budapesti Planetáriumnak 1997-ben két sikeres pályázata volt: a Fővárosi Közgyűlés Kulturális Bizottságának Tudományos és Közművelődési Alapjától

a kedvezményes planetárium-látogatási akció folytatására (850 000 Ft) és egy budapesti diaporáma műsor elkészítésére (200 000 Ft) kaptunk támogatást.

Az évi nagy műszaki karbantartást június második felében végeztük. A műszaki fejlesztés során elkészült a hat Kodak Ektapro 7000-es diavetítőből álló, új *teljes égbolt- és panoráma-vetítőrendszer*. Beszereztünk egy Kodak Photo CD lejátszót, egy nyolcsatornás digitális keverő-vágópultot (Session 8), két 300 W-os hangfalat, a számítógépek fejlesztésére pedig monitort, szkennert és három Pentium-processzort.

A Kincstári Vagyoni Igazgatóság 1997 novemberében megkezdte a Budapesti Planetárium körfolyosójának és igazgatási épületének teljes *tetőfelújítását*. Mivel a 21.5 millió Ft-os munka 1998 áprilisában fejeződött be, a részletekről a következő évkönyvben számolunk be.

Személyi ügyek, egyéb

Horváth András igazgató 1997-ben is részt vett a TIT Szövetség közgyűléseinek, igazgatói munkaértekezleteinek, a Magyar Űrkutatási Tanácsnak, az MTA Elnöki Ismeretterjesztési Bizottságának, a Magyar Asztronautikai Társaságnak, a Magyar Természettudományi Társaság Csillagászati és Űrkutatási szakosztályának, valamint az MTA Csillagászati Kutatóintézetének tevékenységében. Júliusban az Orosz Tudományos Akadémia Csillagászati Intézetében és az Orosz Űrügynökségnél volt tanulmányúton. Két végzős egyetemi és főiskolai hallgató űrkutatási témájú diplomamunkájánál nyújtott segítséget. *Gesztesi Albert* igazgatóhelyettes az ELTE TFK Kiegészítő Tagozatán folytatta a csillagászati földrajz oktatását, kurzusához tartozó főiskolai jegyzete megjelent (Csillagászati földrajz). *Mátis András* csillagászati szakelőadó, a planetárium közönség-kapcsolatokért felelős munkatársa, továbbra is részt vett az MCSE munkájában. Horváth András, Gesztesi Albert és Mátis András a sajtóban, médiában (rádiók, televíziók) és külső előadásokon is folytatott csillagászati és űrkutatási ismeretterjesztést.

Októberre elkészült részletes *internetes-honlapunk*, amelyen a planetárium anyaga (ismertető, műszer, történet, tevékenység, műsorok, kiállítások, műsorrend, lézerszínház) és fotók mellett a csillagászat, az űrhajózás, az űrkutatás kérdéseivel és a Mars-programokkal kapcsolatos legérdekesebb információk helyek listája, illetve internet-címe is megtalálható (a címe: <http://www.planetarium.hu>). A *planetárium megnyitásának 20. évfordulóját*, augusztus 20-án ünnepeltük: minden előadás után a látogatók között csillagászati-űrkutatási könyveket és a Mars Pathfinder űrszonda mars-felszíni sztereóképeit sorsoltunk ki.

Marik Miklós (1936–1998)

1998. június 23-án, életének 63. évében, tragikus hirtelenséggel elhunyt Dr. Marik Miklós, az ELTE Csillagászati Tanszékének tanszékvezető docense.

Marik tanár úr a magyar csillagászat rendkívül eredeti, markáns alakja volt. Kivételes pedagógiai érzéke, szenvedélyes előadási stílusa és a tanítás odaadó szeretete mindenkiben maradandó nyomot hagyott, aki valaha is munkatársa, tanítványa, szakmai ismeretségi körének tagja lehetett.

1936. május 28-án Budapesten, mérnök családban született. Középiskolai tanulmányait a budai Toldy Ferenc Gimnáziumban végezte, ahol Faragó László szerettette meg vele a matematikát, mégpedig olyan eredményesen, hogy a tárgyból a Középiskolai Matematikai Lapok pontversenyén, illetve az országos tanulmányi versenyen, egyszer-egyszer a 2., 3., illetve 4. helyet érte el. Nagybátyja – Guman István – a Svábhegyi Csillagvizsgáló tudományos munkatársa ismertette meg a csillagászat szépségével.

1954-ben érettségizett jeles eredménnyel, majd az ELTE fizikus szakára jelentkezett. Mivel értelmiségi származásúak számára ebben az évben csak egy hely állt rendelkezésre, nem vették fel, hanem átirányították matematika-fizika szakra. Így 1958-ban matematika-fizika szakos tanári diplomát kapott. Egyetemi évei alatt az akkori szakelődök – Földes István, Herczeg Tibor és Izsák Imre – minden meghirdetett csillagászati előadását felvette tanulmányi programjába. Mivel 1956-ban a Csillagászati Tanszék oktatói (Földes Istvánt kivéve) mind elhagyták az országot, 1957-ben és 58-ban demonstrátorként ő tartotta a bevezető csillagászati előadásokat.

1959-ben kinevezték tanársegédnek az ELTE Csillagászati Tanszékére. 1961-ben a debreceni Napfizikai Observatórium szervezésében részt vett a Dezső Loránt vezette szilisztrai (Bulgária) napfogyatkozás-expedíció munkájában. Még ugyanebben az évben elkészítette „A Nap konvektív zónája” című egyetemi doktori értekezését. 1962 nyarán tanulmányúton volt a Krakói Egyetem csillagászati intézetében. Itt készítette el első tudományos publikációját a Föld Kordylewski-féle porholdjairól.

1962 őszétől aspiránsként dolgozott a moszkvai Lomonoszov Egyetem Sternberg Csillagászati Intézetében, ahol Sz. B. Pikelner professzor irányítása

mellett a napfoltok feletti kromoszféra szerkezetének modelljét dolgozta ki. 1963-ban tanulmányait levelező aspiránsként folytatta. 1966-ban Moszkvában védte meg „A napfoltok feletti kromoszféra fűtése magneto-hidrodinamikai hullámokkal” című kandidátusi értekezését. A disszertáció témaköréből azóta számos cikket írt, és sikerült egy hazai szoláris magneto-hidrodinamikai iskolát létrehoznia.

A Csillagászati Tanszék vezetése mellett (1990-től haláláig) tudományszervező tevékenységet elsősorban a Magyar Tudományos Akadémia Csillagászati Bizottságának keretei között végzett, melynek 1970 óta folyamatosan tagja volt. 1970 és 1976, valamint 1990 és 1993 között a Csillagászati Bizottság titkári tiszttét is betöltötte, és ebben a minőségében rendszeresen részt vett az Akadémia akkori III. Osztályának munkájában.

Miklós a Tanszék legtöbb órát vállaló és legszélesebb „repertoárú” oktatója volt. Szakelőadói palettája a bevezető jellegű előadásoktól a csillagászati földrajzon keresztül a napfizikáig, a csillaglégkörök fizikájáig, a csillagok belső szerkezetéig és a magneto-hidrodinamika csillagászati alkalmazásának általános tárgyalásáig terjedt. Hallgatói szerették és tisztelték színes egyéniségeért, magas színvonalú és áldozatos munkájáért. A művelődési és közoktatási miniszter méltán tüntette ki 1995-ben „A Magyar Felsőoktatásért” Emlékplakettal, az ELTE TTK Kari Tanácsa pedig 1996-ban „A Kar Kiváló Oktatója” címmel.

A tudományos minősítés területén is élénk tevékenységet fejtett ki. A 60-as évek közepe óta szinte nem volt olyan csillagászati tárgyú akadémiai doktori, kandidátusi, illetve egyetemi doktori védés, amelynek opponenseként vagy bírálóbizottsági tagjaként ne lett volna részese. Témavezetésével Erdélyi Róbert, Pap Judit és Petrovay Kristóf védte meg kandidátusi, Basir Abuzeid és Pásztor Emília egyetemi doktori disszertációját. Halála Ballai István, Csík Árpád, Kiss Csaba, Pintér Balázs és Nikolics Szilvána doktoranduszok témavezetését szakította meg.

Miklós igen széles körű ismeretterjesztő tevékenységet is folytatott. Ilyen irányú munkásságát sok-sok cikk, egész sor könyv és szinte megszámlálhatatlan előadás, rádió- és TV-fellépés fémjelzi. Hat éven keresztül az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Csillagászati Csoportjának alelnöke volt, és 1968 óta folyamatosan a TIT Budapesti Szervezete (ma Budapesti Ismeretterjesztő Társulat) Csillagászati és Űrkutatási Szakosztályának elnöki tiszttét töltötte be.

Mély lelkiismeretességéből fakadó fokozott felelősségérzete és az utóbbi évek feszültségei idő előtt felőrölték erejét. Hiányzik rokonszenves, színes egyénisége, tudása, tapasztalata, pedagógusi érzéke. Gondolatai tanítványai-ban élnek, munkáját ők viszik tovább. Emlékét megőrizzzük.

Balázs Béla

A TELESCOPIUM ajánlatából

Kisrefraktorok kezdő amatőrök számára

New Sirius 60M kisrefraktor. A Vixen a kezdők számára készíti a New Sirius fan-tázanévvel ellátott refraktorait. A 60/800-as akromatikus objektívvel szerelt távcsővel 40, 64 és 100x-os nagyítás érhető el. A New Sirius 60M a kereskedelembe kapható, hasonló átmérőjű kisrefraktoroknál lényegesen jobb minőségű képet ad, így az igényesebb kezdők kedvét sem veszti el az észlelésektől.

New Icarus D-80M refraktor. A 80/910-as objektívvel szerelt, könnyen szállítható és kezelhető, azimutális refraktor briliáns képalkotása a bolygók esetében akár 200x-os nagyítást is megenged. Súlya mindössze 6,6 kg. Tartozékok: 20 mm-es Kellner- (45x) és 8 mm-es Huygens-okulár (113x), zenitprizma.

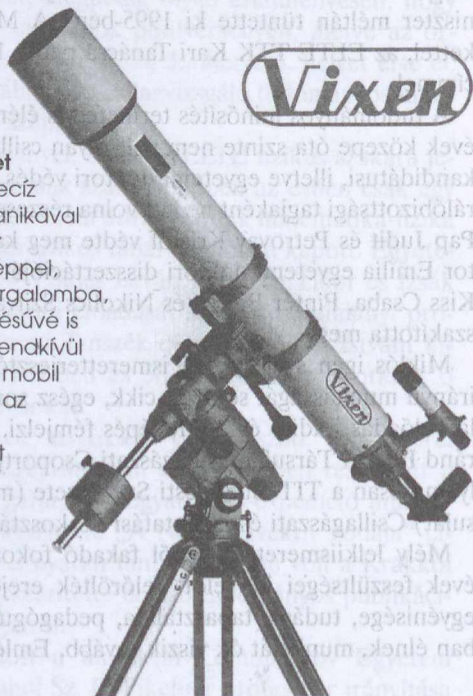
Komplett távcsövek haladóknak

A **GP 102M-SM 102/1000-es refraktor** igazi „nagy” műszer. A 10,2 cm-es akromatikus objektív kategóriájában a legjobbak közé tartozik. Különösen ajánlható a nagy nagyítást igénylő megfigyelésekhez (pl. bolygók, kettőscsillagok). A szilárd és olajozottan működő, órágéppel és elektromos RA finommozgatással ellátott Great Polaris mechanika precízen kidolgozott, könnyű távcsőtubust hordoz. Tartozékai: zenitprizma, 2 db LV okulár, beépített pólustávcső.

Great Polaris: a megbízható német mechanika. A Vixen-távcsöveket precíz kivitelű **GP-E**, **GP** vagy **GP-DX** mechanikával kínáljuk. A GP mechanikák kézi vagy elektromos finommozgatással, órágéppel, beépített pólustávcsővel kerülnek forgalomba, de igény szerint számítógépes vezérlésűvé is átalakíthatók. A pillékönnyű, mégis rendkívül masszív alumínium háromlábakkal a mobil amatőrcsillagász tökéletes partnerei az égbolt felfedezésében.

A **Vixen New Aflux** mechanikákat a fix felállítású vagy obszervatóriumi távcsövek számára ajánljuk, teherbírásuk kb. 22 kg.

A New Aflux mechanikákhoz mellékelt Skysensor 2000 PC nagyban megkönnyíti a csillagászati megfigyeléseket és a komoly asztrofotósok munkáját.



Okulárok

Keleti kényelem — Vixen LV okulárok. A Vixen lantán koronaüveg felhasználásával készült okulárjai egyedülálló komfortot nyújtanak az amatőr számára. A betekintés rendkívül kényelmes, hiszen a teljes LV okulársorozat (mely 2,5-től 50 mm-ig terjed) szemtávolsága (eye relief) egységesen 20 mm, így a szemüveg levétele nélkül is kényelmesen használhatók. A puha, gumírozott szemkagyló csak tovább fokozza a kényelemérzetet. A Vixen LV okulárok látómezeje 45 fok (2,5–7 mm) ill. 50 fok (9–25 mm). Nagyobb látómezőt biztosítanak a nemrégiben kifejlesztett, nyolctagú **LVW** okulárok (65 fok), melyek 8, 13, 17 és 22 mm-es fókusszal készülnek.

Binokulárok

A Vixen **New Ascot** binokulárjait aszférikus lencsékkel szállítja a gyártó, így a látómező peremén sem torz a leképezés. A kényelmes betekintést puha kiképzésű gumi szemkagylók biztosítják. A 14–22 mm közötti szemtávolság (eye relief) a szemüveget viselők számára is kényelmessé teszi a használatot. A 7x50-es típus látómezeje 6,4 fok, míg a 10x50-esé 5 fok. Mindegyik New Ascot binokulár fotóállványra rögzíthető, az ehhez szükséges adapter külön megvásárolható.

Óriásbinokulárok. 20x80 BWCF rendkívül masszív kialakítású óriásbinokulár, látómezeje 3,5 fok, a kényelmes betekintésű okulárok látómezeje 70 fokos. A 2,3 kg-os műszer fotóállványra rögzíthető.

(További óriásbinokulárok: 15x100, 12x80, 15x80, 30x80, 20x170, 30x125...)

Elérhető ár! Egy jó távcső sajnos többnyire drága. A Vixen műszerek garantált optikai és mechanikai minősége az árban is tükröződik. Azért, hogy az értékes műszerek is minél több vásárló számára elérhetőek legyenek, üzletünkben **OTP részletre is lehet távcsövet vásárolni.**

Távcsövek és tartozékok bizományi értékesítése, műszerjavítás Az amatőrök műszerellátottságának javítása érdekében üzletünk vállalja használt távcsövek, optikák, tartozékok forgalmazását, továbbá távcsövek, binokulárok javítását.

A Telescopiumban hazai és külföldi **csillagászati könyvek, atlaszok, CD-ROM-ok, poszterek, videofilmek** is kaphatók, illetve megrendelhetők.



TELESCOPIUM távcsöves szaküzlet

Nyitva tartás: hétfő–péntek 10–18 ó., szombat 10–13 ó.)

Kérje részletes árjegyzékünket!

Címünk: 1111 Budapest, Budafoki út 41/b.; tel./fax: 209-0542

E-mail: telescopium@mcse.hu, <http://telescopium.mcse.hu>

Gemini csillagászati távcsövek

Ha távcsövet szeretne, mi segítünk a választásban.

Hazai gyártó — mindig kéznél a segítség,
kevesebbet fizet a vásárló.

Ajánlatunkból:

klasszikus lencsés távcsövek,
hordozható Makszutow távcsövek,
okulárok, tartozékok, napszűrő fóliák,
speciális célműszerek egyedi igények szerint,
tudományos kutatóeszközök tervezése és gyártása.

Dán András, 2091 Etyek, Alsóhegy u. 7.
Tel.: 06-20-944-4911, tel./fax: 06-22-223-022

hegyisport

HEGYISPORT

**hátizsákok, hálózsákok, sátrak,
túracipők, tájoló, Gore-Tex ruházat**

A MINŐSÉG VONZÁSA

csak öt percre a Kálvin tértől !

Budapest, IX. ker. Ráday u. 19.

☎ 217 65 36

Nyitva: hétköznap 10-18-ig, szombaton 9-14-ig

**A számítástechnika teljes kínálata.
Hitelügyintézés helyben kezes nélkül!
Internet havi alapidj nélkül is!**

EPSON

Nyomtatók teljes választéka.

HP, Canon nyomtatók, Calcomp plotterek, tartozékok, kiegészítők.

QWERTY számítógépek tetszőleges kiépítésben, 3 év garanciával.

Macintosh számítógépek.

Portocom, Compaq, Toshiba notebook számítógépek.

UMAX, EPSON, GENIUS szkennerek.

EPSON, OLYMPUS, AGFA digitális fényképező gépek.

SAMSUNG monitorok teljes választéka.

ELSA videokártyák teljes választéka.

DTP-rendszerek.

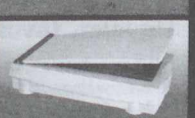
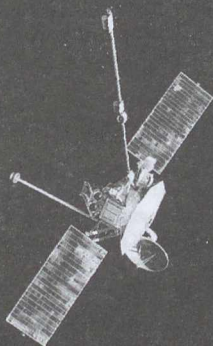
Multimédia eszközök, CD-írás.

Modemek viszonteladókna is.

GSM-adatátvitel.

ISDN kapcsolat, routerek és hálózati konfigurálás.

Szoftverek, tartozékok, kiegészítő eszközök, szakkönyvek széles választékával és tanácsadással várjuk!



1. COMPUTER SZAKÜZLET 1111 Bp., Bartók B. út 14.
Telefon: 466-9377 Fax: 385-2687

2. EPSON SZAKÜZLET 1114 Bp., Bartók B. út 9.
Telefon: 466-5419 Fax: 385-2687

Mindkét üzletünk nyitva: hétfő - péntek 10-től 18 óráig

3. Mammut Üzletház 1022 Bp., Lövház utca 2-4.
földszint L026 üzlet, telefon: 345-8255
Extra nyitva tartás csak a Mammut Üzletházban:
hétfő-szombat 10-től 21 óráig
vasárnap 10-től 18 óráig

QWERTY
COMPUTER
Alapítva: 1984-ben

A Magyar Csillagászati Egyesület tájékoztatója

Egyesületünk várja tagjai sorába mindazokat, akiket a csillagászat bármely területe érdekel! Kiadványainkkal, rendezvényeinkkel, tanácsainkkal segítjük tagjainkat és az érdeklődőket, hogy csillagászati ismereteket sajátíthassanak el, megfigyeléseket végezhessenek, távcsöveket építhessenek és kapcsolatot teremthessenek a hasonló érdeklődésűekkel.

Meteor — a Magyar Csillagászati Egyesület lapja

A *Meteor* havonta tájékoztat a csillagászat legújabb eredményeiről, az égbolton megfigyelhető jelenségekről, programjainkról. Tanácsokat ad csillagászati megfigyelések végzéséhez, csillagászati fotózáshoz, távcsőépítéshez, számítógépes programok készítéséhez stb. Kérjen ingyenes mutatóványszámot!

Csillagászati évkönyv

Egyesületünk rendszeresen megjelenteti a *Meteor csillagászati évkönyvet*, amelyben minden fontosabb, hazánkban megfigyelhető égi jelenség előrejelzése, rövid magyarázata megtalálható (naptár, napkelte, holdkelte időpontja, holdfázisok, bolygók, kisbolygók, üstökösök, meteorrajok láthatósága, fogyatkozások, csillagfedések stb.). Évkönyvünket olvasmányos cikkek, beszámolók egészítik ki, így nélkülözhetetlen segédeszköz az amatőr csillagászok és a csillagászat iránt érdeklődők számára.

Csillagászati táborok, észlelőhétvégek

Nyári táborainkat zavaró fényektől távoli megfigyelőhelyeken tartjuk. Táboraink kitűnő lehetőséget biztosítanak a csillagászat elméleti és gyakorlati alapjainak elsajátítására. Ifjúsági táborainkat a csillagászat iránt érdeklődő középiskolás korosztály számára szervezzük. Évente megtartott észlelő-távcsőépítő találkozónk az ország amatőr csillagászai számára kiváló lehetőséget nyújt megfigyelések végzésére, tapasztalatszerzésre, műszereik fejlesztésére. Újholdas hétvégeken tartjuk megfigyelő-hétvégéinket, melyeken — időpont egyeztetés után — iskolai csoportok, szakkörök is részt vehetnek.

Ügyelet, távcsőépítési szaktanácsadás

Budapesten — tanítási időszakban — keddenként 18 órától tartunk ügyeletet a BME R Klubjában (Budapest, XI. Műegyetem rakpart 9.). Előadássorozataink is ezen a helyszínen tartjuk.

A Magyar Csillagászati Egyesület az Interneten

Amennyiben hozzáfér az Internethez, tekintse meg honlapunkat az alábbi címen:
<http://www.mcse.hu>

Csillagászati előadások, távcsöves bemutatások

Egyesületünk kihelyezett távcsöves bemutatásokat és ismeretterjesztő előadásokat vállal iskolák és művelődési intézmények számára. Címünk:

Magyar Csillagászati Egyesület, 1461 Budapest, Pf. 219.

Tel.: 209-0542 (du.), E-mail: mcse@mcse.hu

1999-es programjainkból

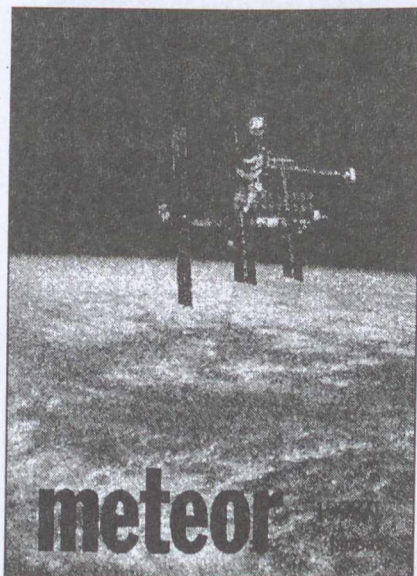
Április 24. Jubileumi MCSE-közgyűlés és a Csillagászat Napja. Az MCSE-közgyűlés tervezett helyszíne a budaörsi Jókai Mór Művelődési Ház. Az év első nagyobb csillagászati rendezvénye! A tervezett programból: ismeretterjesztő előadások, távcsöves napbemutató, szoftverbörze, csillagászati javak vására, asztrofotós és poszter kiállítás stb.

A Csillagászat Napja esti célpontja a Vénusz és a Hold, továbbá a késő este bekövetkező Regulus-fedés.

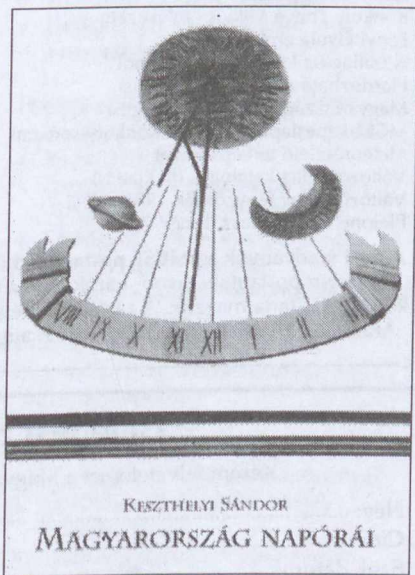
Július 9–16. Ifjúsági csillagásztábor a 15–19 éves korosztály számára a Magyar Csillagászati Egyesület szervezésében. A tábor színhelye az ágasvári turistaház (Mátraszentimre közelében).

Augusztus 11.: teljes napfogyatkozás! Észlelőtáborok, bemutatások, megfigyelések országsszerte — a totalitás sávjában.

Augusztus 9–15. Nemzetközi Napfogyatkozás Tábor (a tervezett helyszín: Ópusztaszer). Napfogyatkozás-észlelés augusztus 11-én, éjszakánként a Perseidák meteorraj megfigyelése, mély-ég- és bolygóészlelés, nappal előadások, fakultatív programok.



A *Meteor* havonta tájékoztat a csillagászat legújabb eredményeiről, a csillagos égen megfigyelhető jelenségekről, az MCSE tevékenységéről, a tagok számára szervezett programokról. **A Meteort az MCSE pártoló tagjai illetményként kapják.**



Több mint két évtizedes gyűjtőmunka gyümölcse a Magyarország napórái c. könyv, mely összesen 405 db rögzített napóra leírását tartalmazza. A kiadványt számos rajz és fénykép gazdagítja. Ára 500 Ft, tagok számára 400 Ft.

Csillagászati kiadványok a Magyar Csillagászati Egyesülettől

Meteor csillagászati évkönyv 1993	250 Ft (200 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 1994	300 Ft (250 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 1995	400 Ft (300 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 1996	500 Ft (400 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 1997	600 Ft (500 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 1998	700 Ft (600 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 1999	900 Ft
<i>(rendes és pártoló tagjaink illetményként kapják!)</i>	
A Meteor 1992-es évfolyama (12 szám)	800 Ft (700 Ft)
A Meteor 1996-os évfolyama (12 szám)	1 300 Ft (1 100 Ft)
A Meteor 1997/7–12. számai	800 Ft (700 Ft)
A Meteor 1999-es évfolyama	2 800 Ft
<i>(pártoló tagjaink illetményként kapják!)</i>	
Amatőr csillagászok évkönyve	1 500 Ft
<i>(1999-es pártoló tagjaink illetményként kapják!)</i>	
Csillagok a Bibliában (a Biblia csillagászati vonatkozásai)	850 Ft (750 Ft)
Csillagok távcsővégen (kézikönyv haladó amatőrök számára)	850 Ft (750 Ft)
Újra a Marson (a marskutatók legújabb eredményei)	600 Ft (500 Ft)
Az ember kozmikus lény (Kulin György posztumusz könyve)	850 Ft (750 Ft)
Kulin György munkássága	250 Ft (200 Ft)
Konkoly Thege Miklós emlékezete	150 Ft (100 Ft)
Fényi Gyula emlékezete	200 Ft (150 Ft)
A csillagász Hell Miksa írásából	300 Ft (250 Ft)
Hordozható napórák (katalógus)	250 Ft (200 Ft)
Magyarország napórái (katalógus)	500 Ft (400 Ft)
MCSE-képeslapok (4 db-os Konkoly-sorozat)	80 Ft (60 Ft)
Meteorészlelő térképsorozat	200 Ft (180 Ft)
Változócsillag katalógus (II. kiadás)	250 Ft (200 Ft)
Változócsillag fénygörbék 1988–1992	250 Ft (200 Ft)
Pleione Csillagatlasz (hmg= 7,0)	300 Ft (250 Ft)

A fenti kiadványok az **MCSE postacímén** (1461 Budapest, Pf. 219.) rendelhetők meg rózsaszín postautalványon, hátoldalon a tétel(ek) megnevezésével. Áraink a postaköltséget is tartalmazzák. A zárójelben lévő összegek az MCSE tagjaira vonatkoznak.

Áraink az 1998. augusztus 11–1999. augusztus 11. közötti időszakra érvényesek!

Belépési nyilatkozat

Kérem felvételemet a Magyar Csillagászati Egyesületbe!

Név:

Cím:

Szül. dátum: év hó nap

Telefonszám:

pártoló tagként (a tagdíj összege 1999-re 3800 Ft, illetmény:

Meteor csillagászati évkönyv 1999, az MCSE Meteor c. havi folyóirata

és az Amatőr csillagászok évkönyve (várható megjelenés: 1999. március)



A tagdíjat a jelentkezési lappal egyidejűleg az MCSE címére
(1461 Budapest, Pf. 219.) kérjük feladni rózsaszín postautalványon!

Csillagászati évkönyvek megrendelése

A Meteor csillagászati évkönyv korábbi köteteiben számos, jelenleg is aktuális cikk, összefoglaló jelent meg. Az évkönyv alábbi kötetei megrendelhetők a Magyar Csillagászati Egyesülettől. Az egyes kötetek ára az előző oldal táblázatában szerepel.

Meteor csillagászati évkönyv 1993

- A csillagászat legújabb eredményei
- Csillagfoltok — foltos csillagok (*csillagfoltok modellezése fénygörbék alapján*)
- Új eredmények — régi változócsillag-megfigyelésekből (*a változócsillagászatban felhasználható évszázados megfigyelések*)
- A Nagy Vörös Folt kutatásának története (*a Jupiter legfeltűnőbb alakzatának megfigyelései és azok magyarázata*)
- A Mars a (még mindig) időszerű bolygó (*a Vörös Bolygó és az amatőrök észlelési lehetőségei*)

Meteor csillagászati évkönyv 1994

- A csillagászat legújabb eredményei
- Működő és tervezett óriástávcsövek (*az óriástávcsövek tíz éve*)
- Tetten ért csillagfejlődés (*az FG Sagittae meglepő változásai*)
- Milyen a Nap röntgen fényben? (*szemelvények a Yohkoh mesterséges hold eredményeiből*)
- Vissza a Holdra! (*Hold-észlelési útmutató amatőrök számára*)

Meteor csillagászati évkönyv 1995

- Egy üstökös pusztulása (*a Jupiterbe csapódott Shoemaker–Levy 9 üstökös*)
- Barna törpe csillagok mint gravitációs lencsék (*a sötét anyag problémája*)
- A Hubble-állandó (*a kozmikus távolságskála kérdése*)
- Molekuláris rádiócsillagászat (*egy harminc éves tudományterület*)
- A holdfedések előrejelzése (*a Hold csillagfedései*)

Meteor csillagászati évkönyv 1996

- A csillagászat legújabb eredményei
- Újdonságok a naprendszerkutatásban
- Korunk problémája, a fényszennyezés
- 50 éves az MCSE

Meteor csillagászati évkönyv 1997

- A csillagászat legújabb eredményei
- Az ezredvég üstököse (*a Hale–Bopp-üstökös*)
- Más csillagok bolygóinak felfedezése
- Az Internet a csillagászatban
- Csillagászati kódexek a Corvina könyvtárban

Meteor csillagászati évkönyv 1998

- A csillagászat legújabb eredményei
- Búcsú az IUE-től
- A mikrolencse programok néhány változócsillagászati eredménye
- Rádiógalaxisok és kvazárok: égi háromszögelési pontok
- Új eredmények a Naprendszer égi mechanikájában
- A csillagok színképe
- A távcsővilág dinoszauruszai: az óriásrefraktorok

Meteor csillagászati évkönyv 1999

- A csillagászat legújabb eredményei
- Az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozás
- A napfogyatkozások tudományos jelentősége
- „Magyar” napfogyatkozások
- Jönnék a Leonidák!
- Kisbolygók a Naprendszer peremén
- A csillagászati időmérés száz éve

Színes képek

M1. ábra. Sarki fények a Jupiteren. A két betétkép a Hubble űrtávcső WFPC2 kamerájával készült

M2. ábra. Friss becsapódási kráter a Jupiter Europa holdjának jégkérgén. A Galileo űrszonda hamisszínes felvétele

M3. ábra. Vulkánkitörés a Jupiter Io nevű holdján. A Pele vulkán kitörését a Hubble űrteleszkóp WFPC2 kamerájával örökítették meg. A háttérben a Jupiter felhőrendszere látható

M4. ábra. Aktív vulkánok az Ión (Galileo-felvétel). A hold peremén a Pillan Patera kitörését látjuk, az anyagfelhő 140 km-es magasságig jutott el (felső betétkép). A terminátor közelében a Prometheus erupcióját figyelhetjük meg. Az utóbbi vulkánkitörés anyaga 75 km-es magasságba jutott, árnyéka is jól látható az alsó betétképen

M5. ábra. Felszíni alakzatok a Vestán. A Hubble űrtávcső felvételeiből számolt térbeli modellen (fent jobbra) jól látható az a hatalmas kráter, amelyről A csillagászat legújabb eredményei részben adunk hírt. Fent a bal oldalon egy eredeti felvétel, lent a magassági modell látható

M6. ábra. Az Aldebaran fedése 1998. április. A bal oldali kép a belépés előtt, a jobb oldali közvetlenül a kilépés után mutatja a jelenséget. Fűrész Gábor fotói a JATE 28 cm-es Schmidt–Cassegrain-távcsövével készültek

M7. Az M51 (Örvény-köd) színes CCD felvétele. Fűrész Gábor felvétele a JATE 28 cm-es Schmidt–Cassegrain-távcsövével, ST–6-os CCD kamerával készült

A ESO VLT (Very Large Telescope, Nagyon Nagy Távcső) elsőként használatba vett, 8,2 m tükrőátmérőjű egységével 1998 nyarán elkészültek az első felvételek, melyek jól mutatják a műszer teljesítményét (M8–M11 ábra):

M8. ábra. Az M4 jelű gömbhalmaz központi vidéke

M9. ábra. A NGC 6302 jelű planetáris köd (Pillangó-köd) finomszerkezete

M10. ábra. Az NGC 4650A különleges galaxis a Centaurusban

M11. ábra. Az NGC 1232 lapjáról látható spirálgalaxis

M12. ábra. A Centaurus–A aktív galaxis porsávja a Hubble űrtávcső WFPC2 kamerájával. A bal felső sarokban földi távcsővel készült felvétel szerepel

M13. ábra. Az ütközőben levő Csápok-galaxisok (NGC 4038 és NGC 4039) a Hubble űrtávcső WFPC2 kamerájával. Összehasonlítául balra egy földi távcsővel készült felvétel

M14. ábra. A Hipparcos asztrometriai mesterséges hold

M15. ábra. A Hipparcos méréseinek felhasználásával készült Hertzsprung–Russell-diagram. A színek változók százalékos gyakoriságát jelzik az adott paraméterekkel rendelkező csillagok között

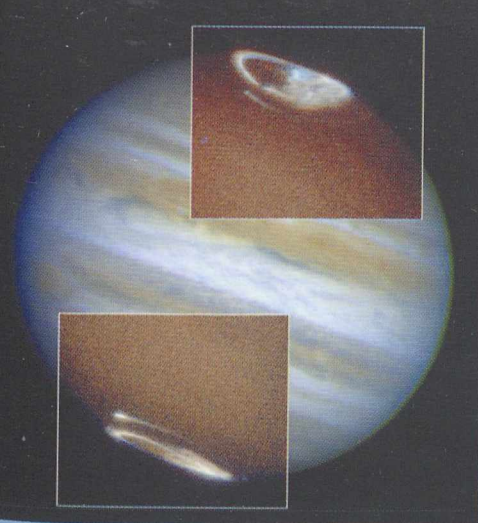
M16. ábra. Tovább épül a VLT a chilei Paranalon. A légifelvétel az 1998. áprilisi állapotot mutatja

B2. ábra. Protuberanciák Iskum József saját készítésű protuberancia-feltétjével készült felvételeken

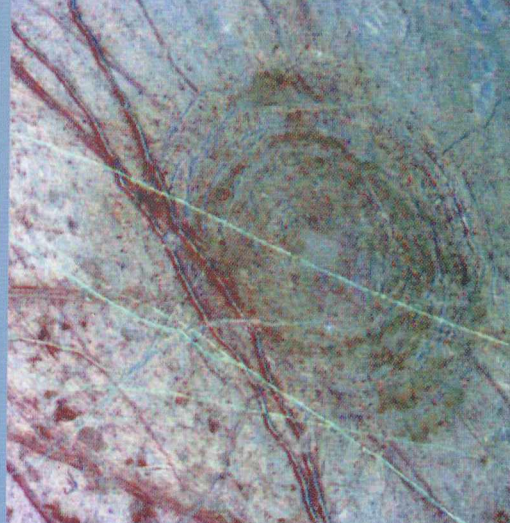
B3. ábra. Sorozatfelvétel az 1995. október 24-i teljes napfogyatkozásról. A képet Faragó Ottó készítette az indiai Sariska mellett

B4. ábra. Gyémántgyűrű-jelenség az 1994. november 3-i teljes napfogyatkozásakor. Mizser Attila felvétele Brazíliában készült (Fazenda Ciclone, Santa Catarina állam)

B5. ábra. A La Palmán (Kanári-szigetek) felállított új holland naptávcső, a DOT Hátsó borító: A Föld és a Hold a Galileo űrszonda felvételén



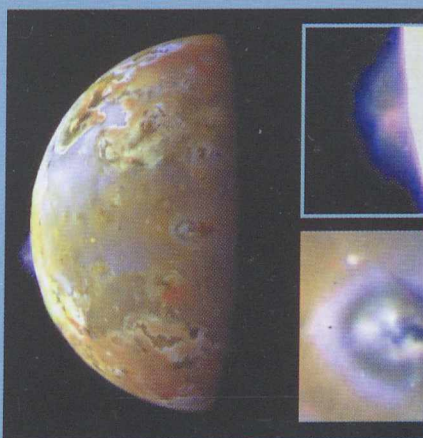
M1



M2



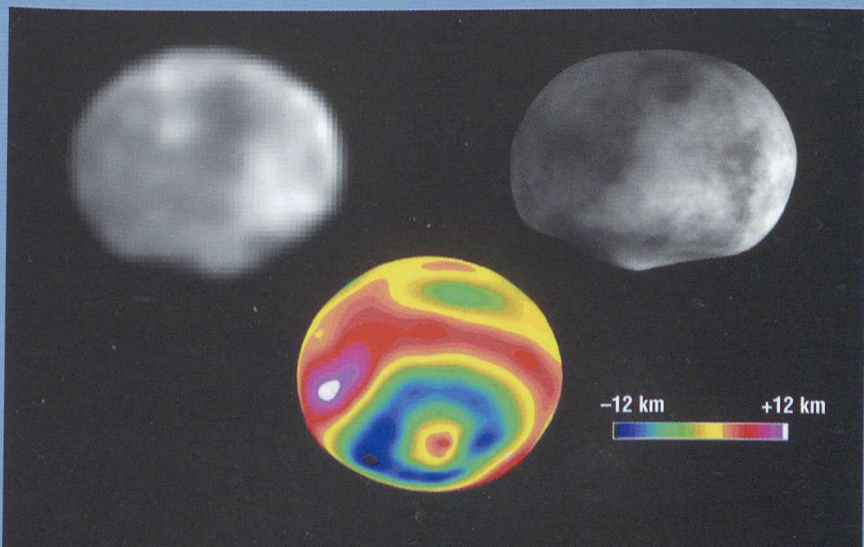
M3

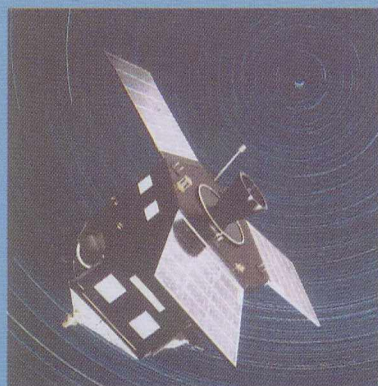
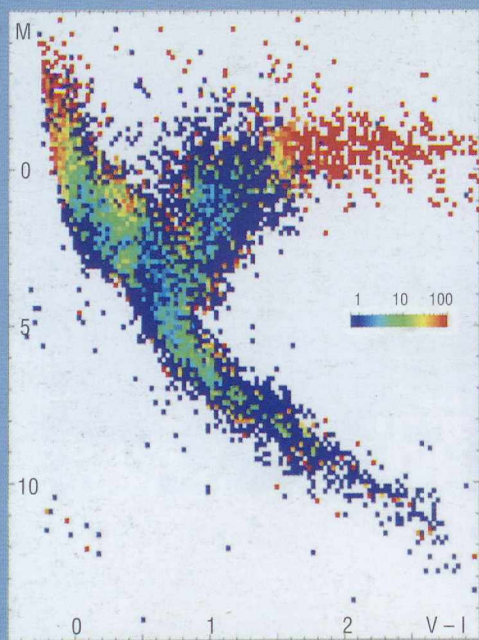


M4



M5



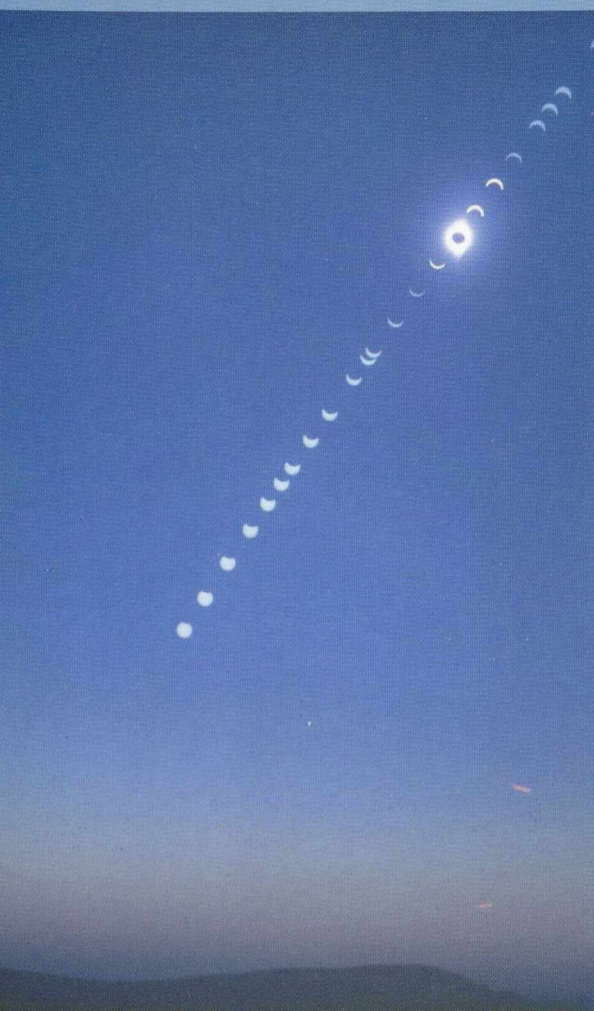


M14

M15

M16



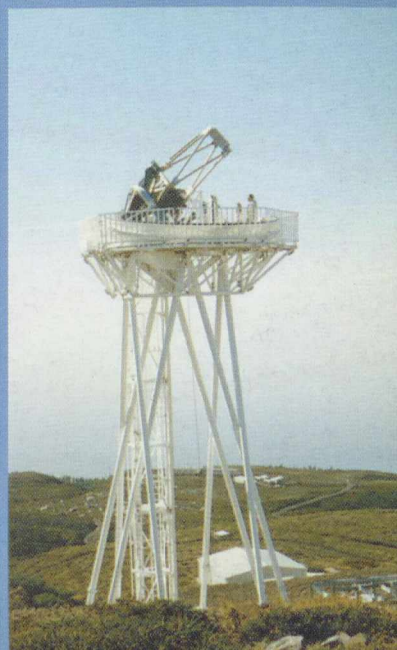
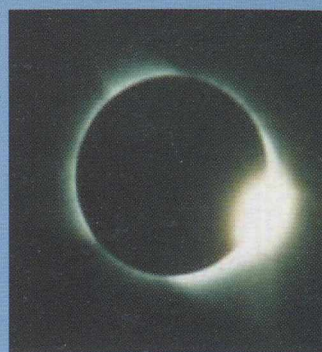


B2

B3

B4

B5



896 Ft

csill.évk.



2 016200 007761

Ara:00896-F

